塑造世界经济的50项伟大发明

FIFTY THINGS THAT MADE THE MODERN ECONOMY

[英] 蒂姆·哈福德（Tim Harford）著
叶红卫 译

用经济学，
了解世界
如何运行



中信出版集团

版权信息

书名:塑造世界经济的50项伟大发明

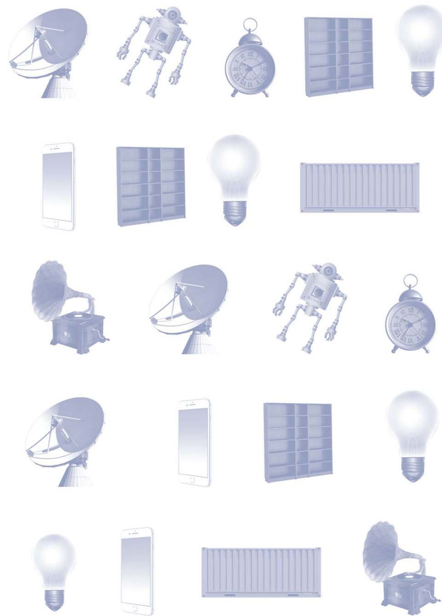
作者:[英]蒂姆·哈福德

译者:叶红卫

ISBN:9787508685229

中信出版集团制作发行

I
赢家和输家



　　一些顽固不化的人不理解现代技术带来的好处，有个词专门形容这种人——“勒德分子”。喜欢卖弄专业术语的经济学家甚至开始谈及“勒德谬误”，即认为技术进步会导致大规模失业。最初的勒德分子是指200年前在英国砸烂机械织布机的纺织工人。

　　“那时候，有些人认为新技术会导致失业。他们错了。”爱因斯坦、富兰克林、乔布斯等的传记作者沃尔特·艾萨克森（Walter Isaacson）如是说。工业革命使英国变得更为富有，就业总人数得以提高，包括在纺织行业。

事实的确如此。然而把勒德分子视为倒行逆施的傻瓜也有失公允。勒德分子砸烂织布机并非因为他们误以为机器会使英国变得更为贫穷，而是担心机器会使他们自己变得更为贫穷。这些技工们知道机械织布机的出现会导致他们的技能贬值。他们完全明白他们面对的技术意味着什么，他们的担心不无道理。

勒德分子的这种困境并不少见。几乎每种新技术的使用，都会导致新的赢家和输家出现。哪怕捕鼠器的更新换代，对传统捕鼠器厂家来说也是个坏消息。当然，对老鼠而言更不是什么好消息。

行业竞争形式的改变并非总是一蹴而就。勒德分子并不是担心被机器取代，而是担心那些更廉价的、技术水平低劣的工人，在机器的帮助下取代了他们。

因此，一旦出现新的技术，谁会成为赢家，谁又会成为输家，这个问题值得探讨，当然最终答案往往也会出人意料。

1
犁

假如灾难降临。

文明终结，错综复杂的现代世界毁灭。别问为什么，也许是因为猪流感或核战争，也许因为是杀手机器人或僵尸来袭。现在想象一下，你，幸运的你，是少数幸存者之一。没有电话——还能给谁打电话呢？没有互联网，没有电，没有燃料。

40年前，科学历史学家詹姆斯·伯克（James Burke）在他的电视系列片《文明的纽带》（*Connections*）中做出了这样一个假设。他提出一个简单的问题：面对现代文明的残骸，各种科学技术不复存在，你会如何重新开始？作为文明的“余烬”，你如何让自己重燃生命之火。

他选择的是简单却又具有革命性的技术——犁。选择犁有其合理性，因为正是犁开启了现代文明之旅。

从根本上讲，是犁使现代经济成为可能，也使得现代生活成为可能，最终给我们创造了种种便利：健康美味的食物、干净安全的饮用水、方便快捷的网络搜索和趣味无穷的游戏机；当然，各种问题也随之而来：空气和水污染，钩心斗角的人际关系，单调无聊的工作——甚至失业。

12 000年前，人类几乎完全过着游牧生活，通过狩猎和觅食探索周围的世界，寻找适合生存的环境。当时的世界正摆脱寒流，逐渐变得高温干燥。人们在丘陵、平原狩猎和觅食时发现，周围的植物和动物濒临死亡。动物迁徙到河边寻找水源，而人跟随其后。这种转变在

许多地方都有发生，虽然时间有所不同：11 000多年前在欧亚大陆西部，10 000年前在印度和中国，8 000多年前在中美洲和安第斯山脉，最后几乎遍布世界各地。

肥沃但地理位置受限的河谷改变了人们获取足够食物的方式：以前四处觅食但收获甚少，现在在当地定居下来种植却收获更大。这意味着要刨开土地，将养分转移到土地表层，让水分渗透更深，避免强烈阳光直射。起初他们手握尖头的木棒，但是很快他们换成简单的抓犁，让两头牛在前面拉，其效果出奇地好。

农业就这样开始了，它不再只是用来替代逐渐消失的游牧生活方式，而是真正繁荣的原动力。在1 000年前的罗马帝国，900年前的中国宋朝，农业已经得到良好发展，这些地区的农民比起以前的牧民，生产力要高五六倍。

想想看：社会只需1/5的人口从事农业，就能生产出足够的粮食养活所有人，这已经成为可能。

其他4/5的人口做什么？他们被解放出来专门从事其他事情：烤面包、烧砖、砍树、盖房、采矿、冶炼金属、筑路——换句话说，就是建造城市、发展文明。

矛盾由此产生：财富的增加会带来更多竞争。如果普通人生活在温饱水平，那些强势者就无法从他们身上掠取太多，毕竟这不是一锤子买卖，他们指望下次丰收再来时，还能有所收获。普通人的作物产量越高，强者就能征收更多。农业丰收创造了统治者和被统治者，主人和仆人，以及在游牧社会闻所未闻的财富不平等。这使得国王和士兵、官僚和牧师开始出现——或为了更好地组织安排，或为了能依赖别人的劳动所得过着悠闲自在的生活。

早期农业社会的不平等令人吃惊。例如，在罗马帝国，不平等已经达到极致：如果富人占用帝国更多资源，大多数普通人都会活活饿死。

犁创造了文明的根基——带来所有的实惠和不平等，其作用远非于此。不同类型的犁导致了不同类型的文明。

几千年来，早期的简单抓犁在中东地区使用广泛，然后西传到地中海地区，这些地方土地干、砾石多，抓犁是理想的耕种工具。但是后来又出现一种不同的工具——铧式犁，其发展始于2 000多年前的中国，很长一段时间后欧洲也开始出现。铧式犁可以切割厚长的带状土块，并将其翻转过来。在干燥的土地上，这会适得其反，浪费宝贵的水分。但对于欧洲北部肥沃的湿黏土而言，铧式犁有其优势，可以改善排水和根除杂草，把它们变成庄稼的肥料，而不是和庄稼竞争养料。

铧式犁的发展使欧洲天然肥沃土地的耕种发生了翻天覆地的变化。长期以来，生活在欧洲北部的人，忍受着艰苦的农耕条件。但现在相反，正是欧洲北部，而不是南部，享有最好、产量最高的土地。大约1 000年前，因为有了以这种新型铧式犁为基础的繁荣，北欧开始出现城市，并日益繁华。它们以不同于地中海沿岸城市的社会结构繁荣起来。干燥土地上使用的耙犁只需要两头牲畜来拉动，在简单的正方形田地里纵横交错耕犁效果最好。这使得农耕成为个体的活动，农民有了犁、牛和土地，就可以自给自足。但是，湿黏土上使用的铧式犁需要八头牛组成一队，条件更好的使用八匹马，可是谁能同时拥有这么多牛马？这种犁最有效率，每隔一两步一个细长的铧，几个铧同时工作效果最好。因此，耕种更像是集体活动：人们需要分享犁和农畜，还要解决分歧。他们经常在村子里聚集。铧式犁有力地推动了北欧庄园制度的建立。

犁也影响了家庭生活。作为较大型的设备，犁的使用被视为男人的工作。然而，小麦和稻米比坚果和莓果需要更多时间准备，所以妇女要花越来越多的时间在家准备食物。通过对9 000年前的叙利亚人骨架进行研究，发现妇女膝盖和脚部关节有明显因跪着搓磨谷物而引起的炎症。此外，女人不再需要带着孩子四处觅食，怀孕的频率比以前更高。

由于犁的驱动，人类从四处觅食转向农业耕作，这或许还改变了人们的性生活。如果有土地，而且土地是可以传给孩子的财产，这意味着你可能会越来越担心，孩子是否真的是自己的——毕竟丈夫在田里干活时，妻子大部分时间都独自在家。她真的只是在家碾磨谷物吗？因此有一种理论——虽然只是推测但却耐人寻味，犁强化了男性对妇女性活动的监督。如果那也是犁造成的影响，其影响消退起来真够缓慢的。

犁，其作用不仅仅是增加作物产量，它改变了一切。有些人不禁要问，犁的发明是否完全是好事，不是说犁没有作用——其作用非常之大，而是因为在为文明打下根基的同时，它似乎导致了重男轻女和暴政的崛起。考古证据还表明早期农民的健康状况比他们狩猎的祖先要糟糕得多。随着以大米和谷物作为食物，他们开始缺乏维生素、铁和蛋白质。

10 000年前，随着社会从四处觅食转向农业生产，男性和女性平均身高下降了大约6英寸（15.2厘米），有充分的证据表明寄生虫、疾病和儿童营养不良开始出现。《枪炮、病菌和钢铁》（*Guns,Germs and Steel*）一书的作者贾雷德·戴蒙德（Jared Diamond）认为，采用农业生产是人类历史上“最糟糕的错误”。

你可能想知道为什么，毕竟，农业发展如此之快。我们已经看到了答案：粮食盈余导致人口增加，社会出现专业人士——建筑工人、牧师和工匠，但是也有专业的士兵。军队——甚至发育不良的士兵

——也足够强大，将游牧部落驱赶到最偏远的地区。即使在那里，今天仅存的少数游牧民族部落仍然有相对健康的饮食，他们食用种类丰富的坚果、莓果和动物。有人问一位卡拉哈里的布须曼人（Kalahari bushman），为什么不模仿邻居部落使用耕犁。他回答说，“既然世界上有这么多的芒刚果（mongongo），为什么要用犁耕种？”

所以，假如文明毁灭后，作为少数几个幸存者之一，你会选择犁来重新开启人类文明之路，还是满足于食用芒刚果？

导言

卡拉哈里的布须曼人可能不想拿起犁，但现代文明仍然为他们提供了一些潜在的有利可图的机会：目前，由Shea Terra有机公司生产的仅100毫升的冷压芒刚果油在evitamins.com网站上零售价就达25.38英镑。显然，这种油对头发特别有益。

芒刚果油因此被视为目前世界主要经济中心提供的约100亿种的不同产品和服务之一。提供这些产品和服务的全球经济体系规模巨大，复杂程度难以想象。它几乎将整个星球上的75亿人联系在一起，给成千上万人配送各种必需品，也让千百万人因此而落后于其他人。它给地球的生态系统带来了巨大的压力，并有个习惯让人吃惊，即每隔一段时间就会陷入经济危机，2008年的经济危机就是一次证明。没有人为此负责，实际上，经济危机究竟是怎么回事，没有人能真正弄清楚。

我们如何能理解这个我们赖以生存，但又令人迷惑的系统?

这本书，作为上百亿种产品之一，尝试回答这个问题。仔细读读这本书（如果你正在听有声读物或在平板电脑上阅读，你必须得回忆下阅读纸质书的感觉）。让你的手指滑过纸的表面，这种感觉不是很好吗?纸张很灵活，可以装订成书，书页翻动起来很容易，没有复杂的铰链。纸张很结实，所以可以做得很薄。此外，还有很重要的一点，它足够便宜。所以很多时候，纸张的使用周期可以很短，比这本书更短命。它足够便宜，可以用作包装材料，可以用于印刷报纸，几个小时内看完就可以扔掉，可以用来擦……好吧，擦你想擦的任何东西。

纸是一次性的东西，却是一种神奇的材料。事实上，纸之所以是一种神奇的材料，部分原因就是它是一次性的东西。但是这本书除了纸张外，还有很多值得注意的东西。

在书的背面，你会看到条形码，可能还不止一个。条形码是一种书写数字的方法，这样计算机就可以很容易地阅读它，条形码可以将这本书与其他任何一本书区别开来。

条形码还可以将可口可乐和工业漂白剂、雨伞和便携式硬盘区别开来。条形码不仅方便结账，它的发展还改变了世界经济，改变了产品的生产地点和销售地点。然而条形码本身经常被忽视。

在书的前面有版权声明。它告诉你，虽然这本书属于你，但书中的文字属于我。这意味着什么？这是一个关于发明的发明——一个被称为“知识产权”的概念。知识产权对于现代社会谁能获利有很大影响。

然而，还有一项更重要的发明：写作本身。写下我们的思想、回忆和故事的能力支撑着我们整个文明。但我们现在意识到，写作本身是为了经济目的而发明的，它有助于协调和规划日益复杂的经济往来。

这些发明中，每一项都告诉我们一个故事，不只是关于人的聪明才智，更是关于周围一个看不见摸不着的系统：关于全球供应链和无处不在的信息、金钱和创意。是的，甚至还包括冲走厕纸的污水管道。

这本书聚焦于世界经济运行中令人着迷的一些细节，为此挑选了50项具体发明——包括纸张、条形码、知识产权和书写本身等。在每一个案例中，我们会近距离观察，看看到底发生了什么。一路上，我们会发现一些令人惊讶的问题的答案。例如：

- 埃尔顿·约翰与无纸化办公室的承诺有何联系?
- 美国哪项发明在日本被限制40年，这对日本女性就业有何影响?
- 1803年，为什么警察认为必须两次处决一名伦敦的凶手——这与便携式电子产品有何联系?
- 货币创新如何破坏议会大厦?
- 哪个产品于1976年推出，很快又失败，但诺贝尔奖获得者经济学家保罗·萨缪尔森却将其与葡萄酒、字母表和轮子一起加以称赞?
- 美联储主席耶伦·尤伦与忽必烈有何共同之处?

这50个发明中，有一些比如犁，极其简单。另外一些如时钟，已经变得精密无比。

其中一些是固体，比如混凝土；其他一些如有限责任公司，是抽象的发明，你根本无法触及。有些，比如苹果手机，已经疯狂获利。其他一些如柴油机，最初是商业灾难。但是，它们都有故事可讲，让我了解到这个世界如何运行，这有助于我们注意周围一些看似平常的奇迹。其中一些涉及巨大、无情的经济力量，另一些则是关于人类或荣耀或悲剧的故事。

这本书并非试图找出50个最有经济意义的发明。这不是一本厚厚的区别清单，要列出所有重要的发明。事实上，列出这种清单毫无意义，而且通常少不了以下这些：印刷机、纺纱机、蒸汽机、飞机和计算机。

我在书中并没有列出这几项发明，如何合理解释？简单地说，就是因为还有其他故事要讲。例如，本来是要研发一种“死亡射线”，结果却发明了雷达——有助于保证空中旅行安全的发明。在谷登堡发明

印刷机不久前，有一项发明进入德国。没有这项发明，印刷术在技术上是可行的，但在经济效益上等于自杀（你已经猜到了：纸）。

再说，我想要轻松地操作电脑。这意味着我们要先看看其他一些发明，这些发明一起将电脑转化为今天这种了不起的多用途工具，如葛丽丝·霍普的编译器，它使人与电脑之间的沟通变得更加容易；公钥加密技术，它能保证电子商务的安全；谷歌搜索算法，它使万维网简洁明了。

我在研究这些故事时，发现有些主题一再出现。犁的出现就涉及其中好几个，如，新的创意往往会改变经济实力的平衡，创造赢家和输家；经济上的变革对生活方式会有意想不到的影响，比如改变男女关系；以及像犁的出现导致诸如写作、产权、化肥等更多发明的出现有了可能性。

所以我把这些故事与插曲交织在一起，以便阐述共同的主题。在本书末尾，我们可以一起吸取经验教训，问问自己该如何看待创新，激发创新思维的最佳方式是什么，这些创新会造成何种影响，应该采取哪些有远见的措施来最大限度地发挥好的效果，减少不良影响。

对发明的了解如果只是浅尝辄止，那是很容易的事情——只把它们看成是解决问题的方法。发明能治愈癌症，发明使我们更快地到达度假目的地。发明是有趣的。发明能赚钱。当然，这是真的，因为它们确实解决了某人在某处希望得到解决的问题。犁之所以得到推广，是因为它帮助农民以更少的付出产出更多的粮食。

但是，我们不应该陷入这样一个陷阱，即认为发明只不过是一些解决问题的方法。远非如此。发明以不可预料的方式影响我们的生活，给某些人解决问题的同时，也会给另外一些人带来问题。

这50种发明之所以影响世界，并非只是生产了更多、更便宜的东西。每一种发明与错综复杂的经济网络紧密联系。它们有时会把我们弄糊涂，有时把旧的束缚破除，塑造出全新的模式。

2
留声机

谁是世界上最好的歌手？据《福布斯》报道，2015年最好的歌手可能是埃尔顿·约翰（Elton John）。他一年赚了一亿美元，虽然U2乐队的收入是他的两倍，但U2乐队有四位歌手，埃尔顿·约翰却只有一人。

如果在215年前问同样一个问题，其答案应该是：收入最高的歌手是比林顿夫人（Mrs. Billington）。有人说伊丽莎白·比林顿是英国历史上最伟大的女高音。皇家艺术学院首任院长雷诺兹爵士曾经给她画过肖像：一头卷发，部分扎起，部分自然卷曲而下。手捧一本音乐书，聆听着天使唱诗班的歌声。作曲家约瑟夫·海登（JosephHaydn）认为这幅肖像画有失公允，他说，应该是天使在聆听比林顿夫人唱歌。

舞台之外，伊丽莎白·比林顿也常引发轰动效应，有一本关于她的绯闻传记不到一天就被抢购一空。据说，这本书中收录了她的一些私人信件，信件来往的对象都是她的一些赫赫有名的情人，包括威尔士王子和后来的乔治四世。在意大利巡回演出过程中，她生病长达6周之后才得以康复，威尼斯歌剧院为此专门亮灯三天以示庆贺，其声誉之高可见一斑。

伊丽莎白·比林顿的演出成为竞相争夺的对象，这就是她的名气，当然也有人说是臭名昭著。当时伦敦有两家顶级的歌剧院，考文特花园歌剧院（Covent Garden）和特鲁里巷歌剧院（Drury Lane），两家剧院的经理们为了确保她能来自己的剧场演出，争得不可开交，最后她在两家剧院轮番演出，1801年一年赚得1万英镑。即便对她来说，这

也是很大一笔钱，在当时更是引起轰动。放到今天来计算，也不过687 000英镑，或约合100万美元——相当于埃尔顿·约翰收入的1%。

怎么解释这种差别？为什么一个埃尔顿·约翰值100个伊丽莎白·比林顿？

伊丽莎白·比林顿去世近60年后，伟大的经济学家阿尔弗雷德·马歇尔（Alfred Marshall）分析了电报的影响。在那时，电报将美国、英国、印度，甚至澳大利亚连接了起来。多亏了这些现代通信技术，他写道："已经处于支配地位的人类，相比以往任何时候，能够将自己富有建设性、投机性的才能运用到更广泛的事业，延伸到广阔的领域。"那些世界顶级实业巨头发展速度更快，更为富有，他们和那些普通企业家之间的差距越来越大。

当然，马歇尔说，不是每个行业最好、最聪明的人都能以同样的方式获取暴利。他选择歌唱艺术进行了对比，"一个人的歌声能够拥有的听众数量非常有限，因此，歌手们的获利能力也同样受限"。

阿尔弗雷德·马歇尔写下这些话两年之后，在1877年圣诞前夜，托马斯·爱迪生申请了一项留声机专利。这是第一台既能储存，又能重新播放人类声音的机器。

起初似乎没有人知道该如何运用这项技术。一位名叫爱德华–里昂·史考特·德马丁维尔（Édouard-Léon Scott de Martinville）的法国出版商已经发明一种叫声波振记器（phonoautograph）的东西，可以通过视觉图像记录人的声音，与地震仪记录地震有点类似。但是德马丁维尔先生似乎没有想到，有人会尝试把这种记录又转换成声音。

不久，新技术的应用变得很清楚：你可以将世界上最好歌手的声音录制下来，然后出售这些录音。起初，录制声音就像在打字机上打印一样，一次演唱只能同时在三到四台留声机上录制。在19世纪90年

代，非洲裔美国歌手乔治·W.约翰逊（George W. Johnson）演唱的一首歌需求量极大。为了满足这种需求，他日复一日重复演唱同一首歌，直到声嘶力竭——一天唱50次也只能制作200张唱片。埃米尔·贝利纳（Emile Berliner）研制出蝶形唱片，取代爱迪生的蜡筒唱片，为批量生产开辟了道路，然后就有了广播和电影。卓别林的表演能够抵达全球市场，就像马歇尔描述的企业界情形一样。

对于卓别林和埃尔顿·约翰来说，新技术意味着更大的名声和更多的收入。但对于那些水平一般的歌手来说，却是一场灾难。在伊丽莎白·比林顿时代，许多普通歌手通过在音乐厅现场驻唱来谋生，毕竟比林顿夫人的歌声也不是随便哪里都能听到。如果坐在家里就能听到世界上一流歌星的歌声，谁还会去现场听普通歌手的演唱呢？爱迪生的留声机为演艺行业中赢者通吃效应开辟了道路。比林顿夫人、埃尔顿·约翰这样一些演艺明星们赚得盆满钵满。与此同时，普通歌手的收入则只能勉强度日，他们甚至要为了生计而挣扎：演唱水平上的微小差异导致收入上的巨大差距。在1981年，经济学家舍温·罗森（Sherwin Rosen）称这种现象为“巨星经济”。想象一下，他说，如果在1801年就有留声机，比林顿能赚得多少财富。

技术创新在其他行业也创造了超级巨星经济。例如，卫星电视之于足球运动员，正如留声机之于音乐家，或电报之于19世纪的工业家。如果几十年前你是世界上最好的足球运动员，每周能看到你踢足球的粉丝还坐不满一个足球场。而现在，你的一举一动在每个大陆都会有成千上万人关注。原因之一就是足球比赛可以转播，当然电视频道数量的日益增长也同样重要。相比广播公司，好的足球联赛更为稀少，因此广播公司之间的转播权争夺战变得更为疯狂。而随着足球市场规模的扩大，顶级球员和普通球员之间的薪酬差距也在增加。在20世纪80年代，同样效力于英国50强足球队，顶级球员的收入是三线球员收入的两倍。而现在，英超联赛球员的平均收入，是后两级联赛球员收入的25倍之多。

技术变革会给收益带来巨大变化，过程非常痛苦，因为它来得如此突然。相关人员的技能仍和以前一样，但一夜之间赚钱能力却大不相同。要想知道如何应对这种变化也非易事：如果不平等是由税法变更、公司合并或政府偏袒少数人利益引起的，至少你有一个仇恨的对象。但是我们几乎不可能为了保护报社记者的生计而禁止谷歌和脸谱网。

在整个20世纪，技术创新——磁带、CD（激光唱盘）、DVD（数字激光视盘）——都保持了留声机创造的经济模式。但是在20世纪末，MP3（音频文件）格式和高速互联网时代到来。一夜之间，你不再需要花20元通过塑料光盘聆听最喜欢的音乐——在网上可以下载，而且免费。2002年，戴维·鲍伊（David Bowie）警告音乐家，他们正面临一个截然不同的未来："音乐本身会变得像流水或电一样，"他说，"你最好做好到处巡回演唱的准备，因为这真的是唯一能保留下来、无法复制的模式。"

鲍伊似乎是对的。艺术家已经停止使用演唱会门票作为出售专辑的方式，相反开始利用专辑出售音乐会门票。当然，我们并非要回到比林顿时代：体育场摇滚、全球巡回演出、推广、代言等，意味着最受钦佩的音乐家仍然可以从广大观众那里获利。不平等依然存在——最顶尖的1%的艺术家演唱会的收入是最底层95%的演唱者收入加起来的5倍之多。留声机或许已经过时，但技术改变赢家与输家的能力与我们同在。

3
带刺铁丝网

故事是这样的，1876年末，一个名叫约翰·沃恩·盖茨（JohnWarne Gates）的年轻人在得克萨斯州圣安东尼奥市中心的军事广场建了带刺铁丝网围栏。他圈养了一些得克萨斯最强壮、最野蛮的长角牛——至少他是这么描述的。有些人说这些牛其实很温顺，还有些人甚至怀疑这个故事的真实性。不过没有关系。

盖茨（后来获得“赌百万盖茨”称号）开始和旁观者打赌，这些野蛮的长角牛能否撞开看似脆弱的铁网。结果是撞不破。

即使是盖茨的伙伴，一位墨西哥牛仔，对着蛮牛一边挥舞着燃烧的火炬，一边高声喊着西班牙咒语，仍无法让牛冲破铁丝网。“赌百万盖茨”并不太担心是否赢得了他的赌注。他有更大的计划：他要出售一种新的围栏，而且很快订单源源不断。

当时的广告吹捧这种围栏为“当代最伟大的发明”，伊利诺伊州迪卡尔布的格利登（J. F. Glidden）申请了专利。约翰·沃恩·盖茨描述得更富有诗意：“轻如鸿毛、坚如磐石、物超所值。”我们姑且称其为“铁刺网”。

称铁刺网为最伟大的发明似乎有些夸大其词，即便考虑到广告商当时还不知道亚历山大·格雷厄姆·贝尔即将获得电话发明专利的事实。当然现代人自然会认为电话是革命性的，但其实，铁刺网给美国西部带来了巨大的变化，而且速度更快。

格利登设计的铁刺网不是最早的，却是最好的。现代感很强，与今天在农田周围看到的铁刺网一样。带倒钩的铁丝缠绕在一条光滑的铁丝周围，然后第二条光滑铁丝与第一根绞合在一起，以阻止倒钩滑动。铁刺网被农民们一抢而光。

美国农民迫切需要铁刺网，这是有原因的。在此前，也就是1862年，亚伯拉罕·林肯总统签署了《宅地法》。该法案规定，任何诚实的公民 ——包括妇女和被释放的奴隶——可以在美国西部地区认领高达160英亩的土地。他们所要做的只是在那里建立家园并工作满5年。最初的设想是，《宅地法》将改善美国的耕地，未来能造就一批自由、善良、勤奋，并扎根于美国的土地所有者。

听起来简单可行。但大草原是一片广阔无边、未经开垦的坚硬土地，是一片适合游牧民族而不是定居者的土地，而且一直以来都属于美洲原住民。欧洲人抵达后向西推进，牛仔们自由流荡，在无边的平原上放牧牛群。

但是定居者需要围栏，尤其是要防止这些放牧的牛群践踏庄稼。当时木头本就不多——更别提用木头在这片被称为“美国荒漠”的地方围起成片的栅栏。农民尝试种植荆棘篱笆，但它们生长缓慢，也不方便。光滑的铁丝网也不起作用——牛会轻易把它们推开。

缺乏围栏让大家怨声载道。美国农业部于1870年进行了一项研究并得出结论说，除非某项技术能奏效，否则人们不可能在美国西部安顿下来。反过来，美国西部各种解决方案层出不穷：当时，各种新型围栏技术源源不断，种类之多超过世界其他地方的总和。从这次技术风暴中脱颖而出的是什么呢？铁刺网。

《宅地法》改变不了的，铁刺网做到了。铁刺网开发出来之前，草原浩瀚无边，更像海洋而不是耕地。土地私有并不常见，因为根本行不通。

因此，铁刺网能推广是因为它解决了定居者面临的最大问题之一，但它也引发了巨大的分歧，个中缘由不难理解。定居下来的农民正试图圈出自己的领地——这些土地曾经都属于当地土著部落。《宅地法》通过15年后，又颁布了《道斯法案》（Dawes Act），给美洲土著家庭分配土地后，强行将剩余土地分配给了白人农民。作家奥利维尔·拉扎克（Olivier Razac）写过一本关于铁刺网的著作，他评论道，为了给定居者腾出土地，《道斯法案》摧毁了印第安社会的根基，难怪这些部落将铁刺网称为“魔鬼之网”。

早期的牛仔会遵循这样的原则：牛可以在平原上自由放牧——这是草原牧场的法则。牛仔讨厌铁刺网：牛会被刺伤、感染。暴风雪来临的时候，牛会试图向南转移；有时会被铁刺网卡住，死亡数以千计。

有些牛仔也使用铁刺网，用它来隔离私人牧场。铁刺网的吸引力在于可以将边界合法化，当然也有许多铁刺网围栏是非法的 ——试图以此霸占公共土地，据为己有。

就在铁刺网围栏在西部不断增加之时，战斗开始爆发。在“拆除铁刺网斗争”中，名为“蓝魔”“野猪”之类的黑帮帮派切断铁刺网，并发出死亡威胁，警告围栏主人不得重建。有枪战发生，甚至造成几个人死亡。最终当局出面平息，围栏之战结束，铁刺网得以保留。有赢家，也有输家。

“这让我反感，”1883年一位牛仔说，“本来草原上马在奔跑，牛在吃草，4岁的小公牛出现在市场上，现在却长着洋葱土豆。”如果说牛仔们为此感到愤怒，土著居民则更为痛苦。

这些关于边界的激烈争论反映了一个古老的哲学论题。英国17世纪的哲学家约翰·洛克（John Locke）对美国的开国元勋有很大的影响，他对于任何想要合法拥有土地的问题感到困惑不解。以前，没有

人拥有任何东西：土地是大自然或神的恩赐。但是洛克所处时代到处都是私人拥有的土地，土地主人要么是国王，要么是普通农民。大自然的恩赐怎么变成了私人财产？难道这是一群流氓无赖各取所需所带来的必然结果？如果是这样，说明所有的文明都以暴力盗窃为基础。这不是洛克——或他富有的支持者们所欢迎的结论。

洛克认为，我们都拥有自己的劳动。如果你把劳动与大自然所提供的土地混合在一起——比如通过耕种，那么你把自己绝对拥有的东西和没有人拥有的东西混合在了一起。通过耕种土地，他说，你拥有了它。

这不是纯粹的纸上谈兵。洛克积极参与了关于欧洲对美洲殖民化的辩论。政治学家巴巴拉·阿内尔（Barbara Arneil）是一位研究洛克的专家，他写道："最早的私人财产是如何获取的？"这个问题对洛克来说，与"谁有权占用美国土地"是一回事。为了表达他的观点，他也不得不声称这片土地非常富饶且无人认领——也就是说，由于土著部落没有"开发"土地，所以没有权利拥有它。

他的这种论调，并不是每一位欧洲哲学家都认可。18世纪法国哲学家让–雅克·卢梭（Jean-Jacques Rousseau）抗议圈地的罪恶。在《论人类不平等起源及其基础》中，他感叹道："第一个把地圈起来的人，想了想说，'这土地是我的'，结果发现人们竟然信以为真。"这个人，卢梭说："是公民社会的真正创始人。"

卢梭无意以此作为恭维。不管是不是恭维，现代经济都是建立在私有财产之上。建立在这样一个法律事实之上，即大部分东西都有所属，通常是个人或公司。现代经济也认为私有财产是件好事情，并在此基础上发展起来。因为私有财产能激励人们投资和改善自己的财产。无论是美国中西部的一片土地，还是加尔各答的一处公寓，甚至"米老鼠"这样一项知识产权。这是一个有力的论据——土著人没有权利拥有自己领地，因为他们没有积极地开发利用它，持此观点的人

毫不留情地利用了这条论据。但法律事实是抽象的。为了获得所拥有财产的好处，你也必须能够控制它。[注]铁刺网仍被广泛用于分割世界各地的土地，而在许多其他经济领域，为了使理论上拥有的东西成为现实而进行的斗争也仍在延续。

音乐家可能拥有自己歌曲的版权，但是如戴维·鲍伊（DavidBowie）所说的那样，版权对于文件共享软件来说显得软弱无力。

铁刺网可以有效保护土地，没有人发明虚拟铁刺网来保护歌曲——但人们并没有停止尝试。数字经济时代的“拆除铁刺网斗争”的激烈程度不亚于拓荒时期的西部地区：数字版权人士与迪士尼、网飞（Netflix）和谷歌斗争不止；黑客和盗版者则轻松搞定“数字铁刺网”。在任何经济体系中，保护财产的代价都很高。

难怪铁刺网巨头——赌百万盖茨、格利登和其他几个人——个个暴富。格利登在获得专利的那一年，只生产了32英里（51.50千米）长的铁刺网。6年后的1880年，在迪尔卡布工厂生产了263 000英里（423 257.48千米）长的铁刺网，足以环绕世界10周。

---

1. 在开发铁刺网以前，美国西部的定居者对土地拥有合法权利，但没有办法实施实际控制。在这本书后面章节，我们会讨论相反的情况：对自己的家园和农场有实际的控制权，却没有合法的权利。

4
卖家反馈

在上海，某司机登录在线软件，寻找假装想要搭车的人，很快他找到一个愿意接受的人。

他假装接上这位顾客，把她送到机场；事实上，他们连面都没见。然后他上网给她转钱。他们协商的费用大约是1.60美元。

也许司机会更进一步，不仅虚构订单，而且虚构客户。他登录淘宝网，买一台破解过的手机。这使他能够拥有多个虚假身份，然后用这些身份来虚构订单。

他为什么这么做？他愿意冒被抓住的风险，因为有人愿意给他的订单提供补贴。投资者已经在中国和其他地方投资了数十亿美元——补贴人们分享汽车旅程。当然，投资者试图消灭这种虚构订单，补贴真正的订单吗？他们相信这是聪明的想法。

这一切看起来都怪怪的，甚至是反常的，但每个人都清楚自己在追求经济利益。要弄清楚怎么回事，我们必须了解一个现象，这一现象已经产生很多流行语：“群体资本主义”、“协同消费”、“共享经济”和“信用经济”等。基本理念是这样的：假设我要从上海市中心开车到机场，我自己只需占用一个座位。现在假设你住在一个街区外，你也需要赶飞机，为什么不让我送你一程呢？你可以付给我一点钱，比你选择其他交通方式要便宜。你得到实惠，我也划算，毕竟我是开车去机场的。

有两大原因可能导致这种现象无法发生。第一个，也是最明显的，就是如果我们两个都不知道对方的存在。不久前，你唯一能让别人知道你想搭顺风车的方法是站在十字路口，举着一个牌子，上面写着“机场”。这不太实际，再说飞机是不会等你的。

其他交易更为小众化。比如说我正在家里工作，狗用鼻子蹭我的腿，嘴里衔着皮带，渴望出去散步。但我手里的工作已经到最后期限，抽不出时间。与此同时，你恰好住在附近，又喜欢遛狗，有一个小时空余时间。你想帮我去遛狗，还能赚几块钱，我也很愿意付钱给你。我们怎么找到对方？找不到——除非我们有类似“任务兔子”（TaskRabbits）或“跑腿”（Rover）这样的在线平台。

匹配这种有巧合意愿的用户是互联网影响经济最有力的方式之一。传统的市场在某些商品和服务方面运行得很好，但当商品和服务紧迫或模糊时，它们就不那么有效了。

想想马克·W.弗雷泽（Mark W. Fraser）的困境。那是在1995年，马克·弗雷泽要做很多演示，他真的需要一支激光笔。激光笔在当时很新奇、很酷，当然也非常昂贵。但是，弗雷泽是电子发烧友，他相信如果能找到一支坏掉的激光笔，他可以修好它。但是究竟在哪里能找到一支坏掉的激光笔呢？如果是现在，答案显而易见——试试淘宝，或易趣，或其他一些在线市场。那时，易趣网才刚刚开始起步，它的第一笔交易是马克·弗雷泽购买了一支坏掉的激光笔。

马克·弗雷泽冒了一点风险。他不认识卖家；他只能指望对方不会骗他14.83美元，然后从此消失。其他交易则风险更高。这就是为什么我可能不会让你搭顺风车去上海机场的第二个原因。我看见你在十字路口举着牌子，但我不知道你是谁。也许你是想攻击我，或想偷我的车。你可能也会怀疑我的动机，或许我是个连环杀手。

这并非是完全荒谬的问题：搭便车旅行是几十年前流行的方式，但在一些耸人听闻的谋杀案发生后，这种方式已经过时。

信任是市场的重要组成部分。它如此重要，可我们常常没有注意到，就像一条鱼没有注意到水一样。在发达经济体中，信任的推动力无处不在：品牌，退款保证，当然还有与易于查询到的卖方重复交易等。

但是新的共享经济缺乏这些推动力。为什么要坐陌生人的车——或者买陌生人的激光笔？1997年，易趣网推出了一个帮助解决问题的功能：卖家反馈。吉姆·格里菲思（Jim Griffith）是易趣网的第一个客户服务代表。他说："双方在交易后相互评价，当时没有人看过这样的东西，现在这种做法无处不在。"

你在网上买东西，你给卖家评价，卖家给你评价。你使用车辆共享服务，如优步（Uber），你对驾驶员进行评价，司机会对你进行评价。你住在通过爱彼迎（Airbnb）预定的房间，你评价房子的主人，主人也会评价你。分析师拉射尔·波特斯曼（RachelBotsman）认为我们在这样的网站上建立的"声誉资本"最终将变得比信用评分更重要。有可能，但这些系统也并非毫无漏洞。不过，它们完成了一项至关重要的基本工作——帮助人们克服与生俱来的谨慎。

一些积极的评价让我们对陌生人放下心来。关于卖家反馈，吉姆·格里菲思说："如果没有它，我不太确定易趣网是否能发展起来。当然，在线匹配平台仍然会存在——易趣网已经这样做了，但可能更像是现在的搭便车旅行——少数冒险者出行的方式，而不是改变整个经济领域的主流活动。

优步、爱彼迎、易趣网和任务兔子这些平台有其真正的价值。有些资源，如空余房间、一个小时的空余时间，一个汽车座位本可能会

浪费。需求高峰时期，共享有助于城市生活变得更灵活：遇到大型活动租金高的时候，我们或许可以偶尔出租一个房间。

但是也有输家。“合作”“分享”“信任”所有这些流行语会让人谨慎行事 ——这些模式并非都和向隔壁邻居借个电动螺丝刀一样温暖人心。它们很容易导致资本的残酷竞争。传统酒店和出租车公司对来自爱彼迎和优步的竞争感到恐惧。它们是否会抑制竞争？它们抱怨新平台不遵守重要法规，是否言之有理?

许多国家有保护工人的规定，如保证工作时数、工作条件或最低工资。在优步这样的平台上许多人不仅仅是为了挖掘潜在资源，更是为了谋生，没有类似正式工作的保护；也许正是因为这些平台导致了他们失业。

一些法规也保护客户，例如保护他们不受歧视。如果你们是同性恋夫妇，酒店拒绝给你们提供房间是不合法的。但是，爱彼迎可以选择拒绝客人，不仅仅是看你的评价，而且还看你的照片。爱彼迎通过加强人际关系建立信任，这意味着向人们突出展示他们在和什么样的人在交易。它也使人们按照自己的意见行事，因此少数民族深受其害。如何管理在线匹配平台令人头疼，世界各地的立法者为此绞尽脑汁。

这一点很重要，因为这是潜在的巨大商机，尤其是在一些还没有形成成熟的文化的新兴市场。

这是具有网络效应的业务：越多的人使用一个平台，它就变得越有吸引力。这就是为什么优步及其竞争对手——中国的滴滴出行、东南亚的Grab、印度的Ola ——斥巨资提供打车补贴，帮助客户建立信用：它们想抢先发展壮大起来。

当然，有些司机曾试图欺骗他们。还记得他们是怎么做的吗？通过在线软件找到愿意假冒的客户，或在网上购买一台破解过的智能手机。匹配人们的特别需求真的有用。

5
谷歌搜索

“爸爸，你死的时候会发生什么？”

“我不知道，儿子。没有人真正知道。”

“嗯，你为什么不问谷歌呢？”

显然，孩子们长大后可能会有这样一种印象：谷歌无所不知。

也许这是可以预料到的。“爸爸，从地球到月亮有多远？”“世界上最大的鱼是什么？”“喷气背包真的存在吗？”所有这些问题的答案只需在触摸屏上轻轻一点就能迅速获得。无须去图书馆查阅《不列颠百科全书》《吉尼斯世界纪录》，无法想象，谷歌出现之前的家长们是如何了解喷气背包的最新技术的。

英国兰开斯特大学的研究人员表示，谷歌可能不够聪明，不知道死亡后的事情，但“谷歌”一词在谈话中的出现频率往往比“聪明”或“死亡”更频繁。仅仅花了20年的时间，谷歌就从一个简单的斯坦福大学学生项目发展到现在的无处不在。

已经很难回忆起谷歌之前的搜索技术有多么糟糕了。例如，在1998年，如果将“汽车”输入当时领先的搜索引擎Lycos，搜索出来的结果都是色情网站。为什么？因为色情网站的所有者可能会在网站上用很小的文本，或者白色背景中的白色字体文本插入许多流行的搜索关键词，比如“汽车”。Lycos计算程序看到许多“汽车”词条，就得出结论，认为该页面会是搜索“汽车”的人所感兴趣的。这在现在看来几乎是一个简单可笑的系统。

最初，谢尔盖·布林和拉里·佩奇并没有兴趣要设计出更好的搜索方式。他们的斯坦福项目更多是出于学术动机。在学术界，一篇论文被引用的频率是衡量其可信度的标准；如果它被本身就被多次引用的论文所引用，那就更可信了。佩奇和布林意识到，在当时新生的万维网上浏览一个页面时，你无法知晓与它相关的其他页面。网络链接类似学术引文。如果他们能够找到一种分析网络上所有链接的方法，就可以在任何给定的主题中依据可信度对网页进行排序。

要做到这一点，佩奇和布林首先要下载整个互联网，这引起了一些恐慌。它吞噬了近一半的斯坦福的带宽。愤怒的站长向大学投诉谷歌的爬虫服务器超载。一家在线艺术博物馆认为斯坦福试图窃取他们的内容，并威胁要起诉。佩奇和布林在改进他们的算法时，很快就发现了一种新的、更好的搜索网页的方法。简单地说，色情网站上写着“汽车汽车汽车”但并没有从其他讨论汽车的网站获得很多链接。如果你用谷歌搜索“汽车”，它通过网络链接分析很可能产生的结果都是关于——汽车。

有了这样一个明显有用的产品，佩奇和布林吸引了投资者，而谷歌则从学生项目转到了私人公司。它现在是世界上最大的公司之一，带来了数百亿美元的利润。但是在最初的几年里，佩奇和布林一直是在烧钱，根本不知道怎么才能赚回来。他们并非个案，当时正是互联网暴起暴落的时候——亏损的互联网公司以荒谬的价格交易，纯粹寄希望于最终能找到可行的商业模式。

到2001年，谷歌才找到自己的商业模式。回想起来，似乎很明显：按点击量收广告费。广告商告诉谷歌，如果有人点击了他们的网站，搜索了他们指定的关键词，他们将支付相应费用。谷歌在其“有机”搜索结果旁边显示来自最高出价者的广告。从广告商的角度，吸引力是显而易见的：只有当你接触到那些对你的产品感兴趣的人时，你才付钱。（试着用谷歌搜索“你死的时候会发生什么？”：有愿意为你

的点击支付谷歌费用的广告商——摩门教。）这比在报纸上做广告的效率要高得多：即使报纸读者群与你的目标人群匹配，大多数看到广告的人也不会对你所销售的产品感兴趣。难怪报纸广告收入已跌入深渊。

媒体争相寻找新的商业模式，明显是谷歌搜索带来的经济影响。但是功能搜索技术的发明在许多方面创造了价值。几年前，麦肯锡尝试列出了以下最重要的几个方面。

节省时间。研究表明，谷歌搜索的效率是在图书馆查找信息的三倍，这还不包括去图书馆路上花费的时间。同样，在线查询业务的效率比使用传统的纸质材料（如黄页）快三倍。麦肯锡的收益因此提高了数百亿美元。

另一个好处是价格透明。这是经济学家们的行话。你可以站在商店里，拿出你的手机，谷歌搜索一下你想买的产品，看看其他地方是否更便宜，并且以此来讨价还价。对店家来说很苦恼，对顾客来说很受用。

最后就是“长尾效应”。在实体店里，空间非常重要，网上商店可以提供更多品种——但是只有搜索引擎足够好，顾客才能够找到他们需要的东西。具有搜索功能的在线购物意味着可以让具有特定需求的顾客更容易找到想要的产品，而不是只满足于触手可及的货物。这意味着企业家可以推出小众化的产品，有信心找到市场。

这对消费者和企业来说都是极好的消息，但也存在一些问题。

其中一个问题就是广告。通常情况下，它们的功能就像人们所预料的那样——如果你用谷歌搜索“精酿啤酒”，那么你就会得到精酿啤酒的广告。但是某些搜索引擎吸引了很多无良公司踊跃投放，以吸引一些处于困境的人点击。例如，用谷歌搜索“附近锁匠”，排名最靠前

的搜索结果说得言之凿凿，能以低廉价格开锁帮你回到屋内——但一旦他们的员工到达你家门口，就会改口说发现一些意想不到的复杂问题，需要提高价格。那些在纽约出租车遗失钱包或需要在短时间内重新预订航班的人，也会遭遇类似的令人苦恼的搜索广告。慌乱中，他们不会注意搜索结果是否达到预期的效果。这些公司中有些是完全欺诈，有些则聪明地接近红线但并未越界。究竟谷歌会为消除这种情况付出多少努力也不得而知。

也许更大的问题是，这似乎是谷歌的责任，因为该公司在搜索市场上占据主导地位。谷歌处理全球近90%的搜索，许多企业的生存依赖于在其搜索结果中排名靠前。谷歌不断调整它们的运算法则。谷歌会就如何做得更好提出一般建议，但搜索结果如何排序并不透明。的确，也不可能这么做：谷歌透露得越多，骗子就越容易钻空子。我们可能会回到搜索汽车结果却显示色情内容的时代。

你不必花太多时间在网上寻找企业主——当然，是在谷歌出现之后，搜索策略顾问对谷歌这家公司可以左右其生死恨得咬牙切齿。如果谷歌发现你采用了它认为不可接受的策略，会降低你的评价。一位博客博主抱怨谷歌既是法官又是陪审团和刽子手——你会因为违反规则而受到惩罚，甚至都不知道规则是什么，只能猜测。试图弄明白如何取悦谷歌的运算法则更像是试图满足一个万能的、反复无常的、最终不可知的神。

你可以说这没问题。只要谷歌搜索出的排名靠前的结果对搜索者有用，那么那些排名靠后的就自认倒霉，如果这些结果不再有用的话，斯坦福大学的其他学生将发现市场上的空白，并想出更好的办法。对吗？或许对或许不对。搜索在20世纪90年代末还是个有竞争的业务。但是现在，它已经是天然垄断了。换句话说，这是一个对新进入者来说非常困难的行业。

原因是什么？提高搜索结果有用性的最好方法之一，就是分析那些先前执行相同搜索的用户最终点击了哪些链接，以及用户以前搜索过哪些内容。谷歌的数据比其他任何人多得多，这意味着它可能会继续影响未来几代人获取知识的途径。

6
护照

“如果没有护照或警察监视，就不能从伦敦到水晶宫或从曼彻斯特到斯托克波特去，我们会说些什么呢？我敢说，我们根本不会感谢上帝给予我们国家的特权。”

这是19世纪中叶，在欧洲旅行的英国出版商约翰·加兹比（John Gadsby）的试想。那是现代护照体系之前的情况。对于现代护照体系，每一个跨越过国门的人都再熟悉不过：你站在队列中，将标准化的册子提供给一个穿制服的官员，她看着你的脸，然后再核对你照片上年轻、苗条的形象（看你那发型……当时在想什么呢？）。也许官员针对你的行程询问几个问题，同时电脑将你的名字与恐怖分子的监视名单进行核查。

在历史上大部分时间，护照既非普遍存在，也非常规使用。护照本质上是一种威胁：手持一封权势人物的信件，就可以畅通无阻。护照作为一种保护的概念可追溯到《圣经》时代。保护是一种特权，而不是权利。像约翰·加兹比这样的英国绅士，在开始穿越英吉利海峡的冒险之前，都需要一本护照，以显示其与相关政府官员的个人社交联系。

正如约翰·加兹比所发现的那样，更热衷于官僚体制的大陆国家意识到了把护照作为社会和经济控制工具的潜力。即使是一个世纪以前，法国公民不仅是出国，就算是从一个城镇到另一个城镇，也必须出示文书。如今，富裕国家的边界是为了将非熟练工人拒之门外，但历史上政府当局则是利用边境阻止技术工人离开。

随着19世纪的发展，铁路和轮船使旅行变得更便捷、更便宜。护照不受欢迎。法国总统拿破仑三世和加兹比一样，羡慕英国更宽松的做法。他将护照描述为“压迫性发明的……和平公民的尴尬和障碍”。他在1860年废除了护照。法国并不是唯一这么做的国家。至少在和平时期，越来越多的国家正式放弃使用护照，或者停止强制要求。19世纪90年代没有护照可以访问美国，如果你是白人会更方便。在一些南美国家，宪法规定旅行无需护照。在中国和日本，外国人只有去内陆地区才需要护照。

到20世纪初，只有少数国家仍坚持护照入境或出境。当时看来护照可能很快就会完全消失。

如果它们消失了，今天的世界会是什么样子?

2015年9月一天清晨，阿卜杜拉·库尔迪（Abdullah Kurdi）和他的妻子以及两个年幼的儿子登上土耳其博德鲁姆的海滩的一个小帆船。他们希望跨过4公里的爱琴海到希腊的科斯岛（Kos）。但是大海波涛汹涌，帆船倾覆，阿卜杜拉设法抓住了船，但他的妻子和孩子淹死了。

他最小的孩子，三岁的艾伦的尸体被冲上土耳其的一个海滩上，一名土耳其驻地机构的记者拍摄到这一画面。艾伦·库尔迪（Alan Kurdi）的形象成了移民危机的象征，给欧洲带来的震撼持续了整个夏天。

库尔迪一家人并没有准备待在希腊。他们本希望最终能够在温哥华开始新的生活，阿卜杜拉的妹妹特玛（Teema）当时在那边当理发师。从土耳其去加拿大，除了先坐帆船到科斯岛，还有更容易的方法，而且阿卜杜拉有足够的钱——他支付了4 000欧元给一个蛇头，而不是用这些钱给全家人买机票。至少，如果不是因为需要护照，他们本来是可以做到的。

因为叙利亚政府拒绝给予库尔德人公民身份，库尔迪一家人没有护照。但即使有叙利亚护照，他们也不能登上飞往加拿大的飞机。如果他们有瑞典或斯洛伐克，新加坡或萨摩亚签发的护照，则不会出现这种结果。

护照上的国家名称决定了我们在何处旅行和工作——至少在法律上，这似乎是生活中自然而然的事实。但这是一个相对较新的历史发展，从某种角度来说，这是奇怪的。大体上来说，我们获得的护照取决于出生地和父母的身份。（当然，假如你有250 000美元，你可以从圣基茨和尼维斯联邦购买一个。）

在生活的诸多方面，我们希望政府和社会能帮助避免这些悲剧。许多国家为禁止雇主根据无法改变的特征歧视工人而感到自豪：无论我们是男是女、年轻还是年老、同性恋还是异性恋、黑人还是白人。说到你们的公民身份，我们希望政府能够保留，而不是抹去。护照是确保不同国籍的不同民族获得不同机会的重要工具。

不要以护照的颜色来评判人们，而是根据他们的内在品格来判断，对此没有公众会反对。在柏林墙倒塌后不到30年，移民控制又重新流行起来。唐纳德·特朗普承诺沿美国—墨西哥边界修建一堵墙。在移民危机的压力下，申根区出现分歧。欧洲领导人争先恐后地将难民与“经济移民”区分开来，假定有人不是逃避迫害——只是想要更好的工作，更好的生活——不应允许入境。政治上，限制移民的逻辑越来越难以争论清楚。然而经济逻辑却正好相反，在理论上，只要你允许生产要素跟随需求，产出就会上升。实际上，所有移民都会创造赢家和输家，但研究表明，赢家更多——在最富裕的国家，据估计，现在有5/6的人口由于移民的到来而生活得更好。

那么为什么这不会转化为对开放边界的普遍支持呢？移民管理不善既有现实的原因，也有文化的原因：比如公共服务不能快速升级以应对新来的人，或各种信仰文化难以协调。而且，失比得更容易让人

注意到。假设一群墨西哥人到达美国，愿意以比美国人更低的报酬采摘水果。其好处——每个人买水果可以更便宜——太广泛和微不足道，难以引起关注，而代价——一些美国人失去工作——则会引起非议和不快。应该可以通过税收和公共开支来补偿遭受损失的人，但还没有出现这种趋势。

在不涉及国界的情况下，移民的经济逻辑似乎更具说服力。在20世纪80年代的英国，经济衰退对某些地区的影响比别的地区更大，就业部长诺曼·特比特（Norman Tebbit）暗示——或被视为暗示——失业者应该“骑自行车”去找工作。如果任何人都能骑自行车去任何地方工作，全球经济产出会上升多少？一些经济学家认为它会翻倍。

这表明，如果护照在20世纪初消失，我们的世界将会变得更加富裕。没有这样做的原因很简单：第一次世界大战的爆发。

安全比旅行的便利更为重要，政府对人员流动严格把关，战争结束恢复和平后，他们仍不愿放弃手中的权力。1920年，新成立的国际联盟召开了“护照、海关手续和直通票国际会议”，这次会议有效确立了我们现在看到的这种护照。会议规定，从1921年起，护照应长15.5厘米，宽10.5厘米，32页，硬壳装订，贴一张照片。这种格式自那时以来几乎没有什么变化。像约翰·加兹比一样，任何人如拥有合适颜色的护照，应为此感到庆幸。

7
机器人

它的大小和形状就像一台办公室复印机，在仓库地板来回穿梭，发出柔和的嗡嗡声响，两只胳膊在剪刀式升降机前或抬高或降低，随时准备下一个任务。每个手臂的关节上有个相机。左手臂松开纸箱放在架子上，右手臂伸进去拿出一个瓶子。

像许多新的机器人一样，这个机器人来自日本。日立公司在2015年展出，希望到2020年销售。它不是唯一可以从架子上拿瓶子的机器人，但是它已经可以像一个熟练工人一样快速、敏捷地完成这个看似简单的任务。

有一天，这样的机器人可能完全取代仓库工人。目前，人类和机器一起管理仓库：在亚马逊的仓库，公司的基瓦（Kiva）机器人忙忙碌碌——不是将货物从货架上取走，而是将货架运送给工人，以便他们选择取货。通过节省工作人员在通道上来回行走的时间，基瓦机器人可将效率提高4倍。

机器人和人类也在工厂里并肩工作。机器人进工厂已经有几十年了。1961年以来，通用汽车公司安装了第一台Unimate，这是单臂机器人，类似于小坦克，用于从事像焊接这样的任务。但是，直到最近，它们才被严格地与工人隔离开来，一方面是为了防止工人受到任何伤害，另一方面是为了防止工人对机器人造成干扰，机器人的工作环境必须严格控制。

一些新的机器人，就不再需要这样了。名为Baxter的机器人就是很好的一个例子。通常它可以避免与工人相撞或跌倒。Baxter有卡通

眼睛，有助于向人类同事指明它将要移动的位置。如果有人撞落它手中的工具，它不会傻乎乎地继续工作。从历史上看，工业机器人需要专门的编程；Baxter可以从同事那里学习他们教的新任务。

世界机器人人口正在迅速膨胀——工业机器人的销量每年增长约13%，这意味着机器人的“出生率”几乎每5年翻一番。将制造业转移到新兴市场，这是多年的一个趋势，因为那里的工人更便宜；现在的趋势是“回归”，机器人的制造也是其中的一部分。机器人正在做越来越多的事情。它们充当生菜采摘工、调酒师和医院的搬运工等。不过，我们要面对现实：他们还没有像我们预期的那样做得那么多。1962年，在Unimate诞生后的一年，美国的动画片《杰森一家》（*The Jetsons*）虚构出一个机器人女仆罗茜（Rosie），做所有的家务。半个世纪以后，罗茜在哪里？尽管最近取得进展，但在短期内还不会出现。

取得进展的部分原因是机器人硬件——特别是传感器更好和更便宜了。从人类的角度来说，这就像是改善了机器人的眼睛、指尖的触感，或它的内耳——它的平衡感。但这也要归功于软件——从人的角度来说，机器人的大脑越来越好用了。

还有就是时间：机器思维是让我们早期期待落空的一个领域。发明人工智能的尝试通常可以追溯到1956年。科学家在达特茅斯学院举行的夏季研讨会上，对于会使用语言、能形成抽象概念、解决本应由人解决的问题，并能自我改进的机器开始表现出兴趣。

未来主义哲学家尼克·博斯特罗姆（Nick Bostrom）对此表示愤慨：20年是“激进变革预测者的最佳选择”，他写道：“时间近一点，你就会期望看到现在它的原型；远一点，又不是那么引人注目。”此外，博斯特罗姆写道：“二十年也可能是接近预测员职业生涯的典型持续时间，限制了大胆预测可能会导致的声誉风险。”

也只是在过去几年里，人工智能的进步真的开始加速。特别是在狭义的人工智能算法中，可以将一件事情做得很好，像玩围棋、过滤垃圾邮件或识别脸谱网照片中的人脸。处理器的速度更快、数据集更大，程序员更好地编写可以学会提高自身功能的算法，有些方式对其人类创造者来说也不清楚。

这种自我完善的能力让博斯特罗姆这样一些思想家担心：我们创造人工智能这样一个就像人类一样可以适用于任何问题的系统后，会发生什么？它会迅速变成超级智能吗？我们如何控制它呢？至少，这不是迫在眉睫的问题；据估计，人类水平的人工智能的出现仍然要等到20年后。

但是狭义的人工智能在改变经济。多年来，计算程序一直在预订和客户服务等领域取代白领从事单调乏味的工作。一些更体面的工作也绝非安全。IBM（国际商业机器公司）的智能机器人沃森，曾因在游戏竞技节目《危险边缘》（*Jeopardy*）中击败人类冠军而登上了新闻头条；在肺癌诊断方面机器人已经比医生做得更好。软件正如同经验丰富的律师一样擅长预测哪种论点最有可能赢得一个案例。机器人顾问能给出投资建议，有些软件程序也经常在金融市场和体育等领域发表新闻报道。然而，幸运的是，它们似乎还不能撰写经济学方面的书。

一些经济学家认为机器人和人工智能解释了一种令人好奇的经济趋势。埃里克·布林约尔松（Erik Brynjolfsson）和安德鲁·麦卡菲（Andrew McAfee）认为，就业与生产力之间存在着“巨大的脱钩”——生产力衡量经济如何有效地投入人力和资本，并将其转化为有用的东西的标准。从历史上看，正如你所料，更高效的生产力意味着更多的工作和更高的工资，但是布林约尔松和麦卡菲认为美国不再是这样了。自从世纪之交以来，美国的生产力一直在改善，但就业和工

资却没有跟上。一些经济学家担心我们正在经历“长期停滞”——没有足够的需求刺激经济增长，甚至利率低于零。

认为技术会破坏或降低某些工作并不是什么新闻。这也是勒德分子在200年前捣碎机器的原因。但是正如我们所看到的，“勒德分子”已经成为一个嘲弄的术语，因为技术总是最终创造出新的工作来替代它破坏的工作。

这些新工作往往更好——至少平均下来看。但对于工人或整个社会而言，它们并非总是更好。比如取款机带来的一个好处就值得怀疑，银行柜员被解放出来后，却去销售一些高风险的金融产品，当然这种事情仍有争议，但至少可以想象，留给人类去做的一些工作实际上会更糟糕。

这是因为科技在思维上比行动上有了更大的进步：机器人的大脑比身体的进步更快。《机器人时代》的作者马丁·福特（MartinFord）指出机器人能让飞机着陆，能在华尔街交易股票，但它们仍然不能清理厕所。

所以，也许为了瞥见未来，我们不应该看机器人罗茜，而应该看看现正在仓库中使用的另一种设备：Jennifer Unit。它是一个耳机，能告诉人类工作人员要做的事情，最为详细地告诉他们：因此，如果你必须从一个架子上挑选19个相同物品。它会告诉你先选5个，再选5个，然后先5个，最后选4个。这样会比说“选择19个”出错率更低。如果机器人在思维方面击败人类，而人们在将物品从货架上取走方面击败机器人，为什么不用机器人大脑来控制人体呢？这可能不是一个令人满意的职业选择，不过，你不能否认这个逻辑。

8
福利制度

从政女性有时被指责有意识地利用其女性气质在男性主导的世界中出人头地。弗朗西丝·珀金斯（Frances Perkins）就是这样做的，但是是以一种不寻常的方式。她试图提醒男人注意他们的母亲。她戴了一顶朴素的三角帽，仔细观察说服男人的最有效方式，并在此基础上改进了自己的行为方式。

也许这些想法可以被合理地描述为类似母亲的，或者至少是父母的关怀，这并非巧合。任何父母都想保护自己的孩子免受严重伤害，珀金斯认为政府也应该为他们的公民做同样的事情。她于1933年成为富兰克林·罗斯福总统的劳工部部长。大萧条肆虐美国：1/3的工人失业，上班的工人工资暴跌，珀金斯推动了被称为“新政”的改革，包括最低工资、失业救济金和养老金。

历史学家会告诉你，发明福利制度的不是弗朗西丝·珀金斯，而是奥托·冯·俾斯麦（Otto von Bismarck），半个世纪前的德意志帝国首相。各种福利制度在发达世界中显示出其可辨认的现代雏形，很大程度上是在珀金斯时代。不同地区，不同时间，不同标准，所涉及的细节有所不同。有些福利，你必须购买国家保险计划；其他一些则是基于居民或公民身份的权利。有些是经过审核的——你必须证明你符合需求标准。

但是每个福利制度都基于同样的基本理念：确保人们不会饿死街头的最终责任不在家庭、慈善机构或私人保险公司，而是在于政府。

这个理念并非没有危害。毕竟，母亲也可能会管得太多。每一个家长都本能地知道有一个平衡：保护，但不溺爱；培养能力，但不是依赖。过分溺爱会阻碍个人成长，过于慷慨的福利制度是否也会阻碍经济增长？

这种担心不无道理。想象一位单亲母亲，带着两个孩子，可能有资格获得各种补贴：住房福利、儿童福利和失业救济金。她获得的福利，会比她以最低工资标准去工作赚的钱更多吗？2013年，在至少9个欧洲国家，这个问题的答案是肯定的。而现在，对这样一位假想的女性来说，不管是选择去工作，还是选择领取福利可能都有吸引力。但在奥地利、克罗地亚和丹麦三个国家中，她的边际税率几乎是百分之百。这意味着，如果她找到一份兼职工作来赚取额外的薪水，很快就会与减少的福利抵消。其他许多国家低收入人群的边际税率为50%以上，严重损害了他们工作的积极性，这样一个“福利陷阱”似乎并不明智。

但是，认为福利制度能够提高经济生产力也有道理。如果你失业了，有失业救济金意味着你不必急着寻找另一个职位：它给你时间去寻找一个能充分发挥特长的新职位。企业家知道即便自己破产，也不会是灾难性的：他们仍然可以送孩子上学，生病时得到治疗。因此，他们可能会愿意冒更多的风险。一般来说，健康的、受过教育的员工往往效率更高。有时候，福利会以意想不到的方式起作用：在南非，祖母开始领取养老金时，孙女可以成长得更健康。

福利国家促进经济增长还是阻碍经济增长？回答这个问题并不容易——系统有很多组成部分，每一部分都可以通过多种方式影响增长。但证据表明正面和负面的效果抵消了，福利制度不会让馅饼变大或变小，但它们确实会改变每个人那份的大小，这有助于掩盖不平等现象。

至少，曾经是这样的。但在过去20年中，数据显示，福利制度在这方面做得并没有那么好。20世纪八九十年代，在许多国家大幅度扩大的不平等现象可能进一步扩大。福利制度这座大厦在世界快速变化的重压之下吱吱作响。

有人口结构的变化的原因：人们退休后的生活时间更长。有社会变化的原因：权益通常是从大多数女性依靠男性赚钱养家，大多数工作都是长期和全职的时代开始。例如，在英国，自2008年金融危机以来新增就业岗位的一半以上都是在个体经营领域。然而，如果工作中遇到意外，受雇的建筑师将获得“法定病假工资”，但个体经营建筑师则不能享受。

还有全球化的因素：福利制度兴起时，当时的雇主在地理位置上，比如今那些灵活的跨国公司更为根深蒂固。他们不能轻易搬迁到制度和税收更为宽松的管辖区去。劳动力的迁移也会带来麻烦——可以说，那些关于移民领取福利的负面新闻报道帮助英国走上了脱欧的道路。

我们思考如何——甚至是否需要——修正福利制度时，不应该忘记它对现代经济最大的影响之一，就是给更为激进的变革降温。

奥托·冯·俾斯麦不是弗朗西丝·珀金斯模式中的社会改革家。他的动机是防御性的。俾斯麦担心公众会转向卡尔·马克思（KarlMarx）和弗里德里希·恩格斯的革命思想；他希望他的福利条款足够慷慨，以使公众保持沉默。这是一个由来已久的政治策略——罗马皇帝图拉真（Trajan）免费分发粮食时，诗人尤维纳利斯曾抱怨“面包与马戏”之类的小恩小惠就可以将公民收买。20世纪30年代的意大利福利制度形成过程中，也可以看到很多相同的故事，当时法西斯分子墨索里尼试图削弱社会党反对派对大众吸引力。

在美国，“新政”遭到左派和右派同样多的攻击。推崇民粹主义的路易斯安那州州长休伊·朗抱怨弗朗西丝·珀金斯走得还不够远：他准备竞选总统，口号是“分享我们的财富”，并承诺从富人手中没收财富。他被枪杀了，因此这项政策未受到考验。21世纪初，这样的政治波动并不受欢迎。但是现在，野蛮的民粹主义政治又回到了西方世界的许多地方。

也许我们不应该对此感到惊讶。正如我们所看到的，技术变革总是会导致赢家和输家，如果输家对事情发展不满意，他们总是会转向政治。在许多行业中，数字技术就像现代版留声机，拉大了前百分之一和剩余部分的差距。多亏搜索和卖家反馈系统的力量，新平台让自由职业者可以进入新的市场。

他们真的还是自由职业者吗？在当今时代，有一场讨论迫在眉睫——优步的司机或任务兔子的任务员应该在多大程度上被视为受雇职员，在许多国家，这决定了他们是否能享受部分福利。

大规模的跨国移民导致福利体系不稳定。有些人本能地认为社会应该照顾最贫困的成员，但如果那些贫困人员是移民，他们的感受往往截然不同。福利制度和护照控制这两大政府职能间的相互协调往往缺乏灵活性。我们应该设计与边境管制紧密相连的福利制度，但通常没有做到。

最大的疑问是，最终，机器人和人工智能是否真的会使大量人员完全不能胜任工作。如果人工劳动力需求减少，理论上这是极好的消息：机器人仆人的美好世界在等着我们，但是我们的经济一直依赖于人们通过出卖自己的劳动来维持生活。如果机器人让这成为不可能，那么社会就会分崩离析，除非我们重新设计福利制度。

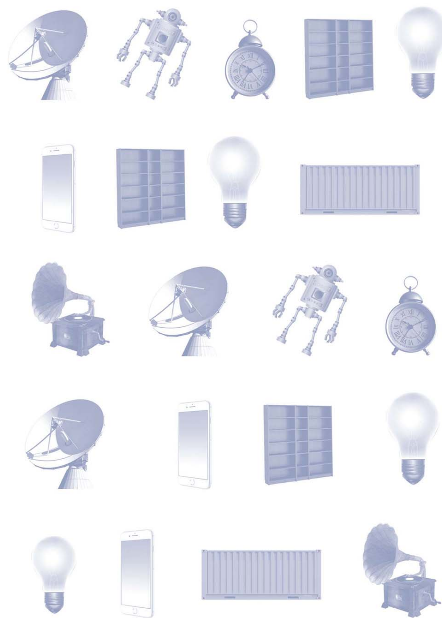
并不是所有的经济学家都认为现在值得担心。但那些担心的人正在重温可以追溯到托马斯1516年写的《乌托邦》一书中的想法：普遍

的基本收入。这个想法极其不现实，从这一点上说确实看似乌托邦：每个人都有定期现金补贴，足以满足基本需求，没有疑问，我们真的可以想象生活在这样一个世界吗?

有证据表明它值得考虑。在20世纪70年代，这个想法在加拿大多芬（Dauphin）的小镇测试多年，成千上万的居民每个月拿到支票。结果证明，保证人人都有基本收入，其效果很有意思。辍学的青少年住院治疗心理健康问题的更少了，几乎没有任何人放弃工作。现在新的试验正在进行中，看看其他地方是否会出现同样的情况。

当然，实验的代价非常昂贵。假如给每位美国成年人，比如说，每年12 000美元，将花费整个联邦预算的70%。如此激进似乎不可能，但不可能的激进有时也会发生，甚至速度很快。在20世纪20年代，美国没有一个州提供养老金；1935年弗朗西丝·珀金斯把它们推广到了全国各地。

II
重新发明我们的生活



如果没有《创新产品邮购手册》，我家周末报纸是不完整的——它封面靓丽，但里面的产品毫无意义，如“呼吸警报”口臭检测仪或隐形拉链领带。创新终于变得不受尊重，脸谱网甚至将其视为垃圾广告。邮购手册虽然荒谬，它背后的想法却有吸引力：创新可以购买的产品，或以更好、更便宜的方式来制作你一直在购买的产品。

不难看出为什么这种观点比拉链领带更有吸引力。它将创新放在一个盒子里，甚至是一个礼物盒子。如果创新是可以享受的酷炫

新事物，那么它们似乎并不危险。如果你不想要这么酷的新事物，那么你不必购买它，尽管有很多广告主喜欢尝试把它卖给你。

但正如我们已经看到的那样，草率的发明并不是那么温驯和可爱。

耕种是种植农作物的更好方式，但不仅如此：它迎来了一种全新的生活方式，无论你是否亲自使用犁。最近的创新有着相同的特性，它们一起给生活带来诸多变化：如何吃饭，如何玩，如何照顾孩子，住在哪里，和谁相爱。这些社会变化与经济变化密切相关，特别是谁工作获得高报酬，谁什么报酬也没得到。

真正的创新不会出现在邮购手册里：它们会改变世界，无论你是否购买。

9
配方奶粉

听起来像大炮开火，但是声音从何处传来？可能是海盗，不列颠东印度公司的贝拿勒斯号停靠在印尼苏拉威西岛的孟加锡，它的指挥官下令起航并追捕他们。

数百公里之外，在印尼的另一个岛——爪哇岛——上日惹市（Yogyakarta）的士兵也听到大炮的声音。指挥官认为是最近的城镇遭到攻击，于是他立即派兵前往。他们没有发现大炮——只看到一些也想知道噪声从何而来的其他人。三天后，贝拿勒斯号仍然没找到任何海盗。

他们听到的是一座叫坦博拉的火山喷发。鉴于坦博拉火山距日惹一千多公里，很难想象近距离看到爆发会有多么可怕。一股有毒气体和岩浆的混合物以飓风般的速度沿着火山斜坡呼啸而下，导致数以千计的人死亡。坦博拉火山也被削低了4 000英尺（1 219.2米）。

那是1815年。慢慢地，一大片火山灰飘过北半球，挡住了太阳。在欧洲，1816年成了“没有夏天的一年”。庄稼歉收，绝望的人们靠吃老鼠、猫和草充饥。在德国的达姆施塔特镇，这种痛苦给一个13岁的男孩留下了深刻的印象。尤斯图斯·冯·李比希（Justusvon Liebig）喜欢在他父亲的车间帮忙调配颜料、色素和抛光剂出售。他长大后成了化学家，是他那个时代最杰出的人物之一。他想找到防止饥饿的办法，这种想法成了他的动力。他开创了营养科学——分析食物的脂肪、蛋白质和碳水化合物，还发明了牛肉提取物。

李比希也发明了一些其他的东西，如婴儿配方奶粉。李比希于1865年推出婴儿可溶食品——由牛奶、小麦粉、麦芽粉和碳酸氢钾构成的粉末。这是来自严谨科学研究的第一个商业化的母乳替代品。李比希知道，并不是每个孩子都有一个可以母乳喂养的母亲。事实上，并不是每个婴儿都有母亲：在现代医学之前，大概每100个母亲分娩，就有一个死亡。今天，最贫穷的国家的情况也好不了多少。而且，还有些母亲的母乳不足——当然具体数字有争议，可能高达1/20。

在配方奶粉发明以前，孩子怎么办？条件好的家长可以请奶妈——值得尊敬的女性职业，此外在李比希发明奶粉之前，有些用山羊或驴子的乳汁喂养孩子，有些给婴儿喂“流食”——面包和水混合的糊状食物，但其容器很难清理，肯定充满细菌。难怪当时婴儿死亡率很高：在19世纪初，每三个非母乳喂养婴儿中，有两个活不到自己第一个生日。

李比希的配方奶粉在一个有利时机投放市场。病源理论越来越被人们所理解，橡胶奶头也刚刚发明出来。配方奶粉的吸引力迅速蔓延，尤其受到那些不能母乳喂养的女性欢迎。李比希的这种水溶性婴儿食品以前只有富人的孩子才能享有，现在成了一种大众化的选择。

这种选择影响了现代职场。许多新生婴儿母亲想要或需要回去工作，配方奶粉的出现是天赐良机。妇女担心抽出时间照看孩子可能会损害她们的事业，这是对的。最近，经济学家研究了从芝加哥大学MBA课程班毕业，进入咨询和金融领域的高端人士的经历。起初，女士与男士经历相似，但随着时间的推移，收入的巨大差距拉开了。关键时期就是生儿育女期间。女性要休假，雇主支付的报酬会减少。具有讽刺意味的是，研究中的男士比女士更喜欢要孩子，只是他们的工作模式不会因此改变。

为什么在开始成家时，女性比男性请假更多，这既有生物学上的原因，也有文化上的原因。只有女性有子宫，这是我们不能改变的事

实[注]，但我们可以尝试改变职场文化。很多的政府在紧跟斯堪的纳维亚的步伐，给予父亲休假的合法权利。越来越多的领导，比如脸谱网的马克·扎克伯格正在树立榜样，鼓励男性员工休产假。配方奶粉让爸爸在妈妈回归职场时更容易接手。当然，还有吸奶器的选择。但许多母亲似乎发现它比配方奶粉麻烦得多：研究表明，妈妈离开工作的时间越少，越不可能坚持母乳喂养。这并不奇怪。

只有一个问题：配方奶粉对孩子来说并不是很好。

这也不奇怪。进化，毕竟，已经让成千上万代人的母乳不断得到优化。配方奶粉难以与之媲美，配方奶粉喂养的婴儿更容易生病，这样就会产生医疗费用，父母也要请假。此外，还会导致死亡，特别是在水资源不够安全的贫穷国家。据可靠估算，提高母乳喂养率每年可以挽救80万个孩子的生命。李比希本希望用他的配方奶粉来挽救生命，这种情况或许会把他吓坏。

配方奶粉还有另一个不引人关注的经济成本：有证据表明，当你尽可能控制其他因素时，母乳喂养的婴儿成长后智商会稍微高些——大约高三个百分点。让整整一代孩子更聪明一点可能有什么好处呢？据《柳叶刀》（*The Lancet*）报道，一年大约创造3 000亿美元。这是全球配方奶粉市场价值的好几倍。

因此，许多政府努力提倡母乳喂养，但没有人从中快速获利。另一方面，销售配方奶粉可能有利可图的。最近你看到哪类广告更多：关于母乳喂养的公益广告，还是配方奶粉的广告？

这些广告一直存在争议，尤其是因为配方奶粉比烟草或酒精更容易上瘾：一旦母亲停止母乳喂养，她的乳汁就会干涸。没有回头路。李比希从未声称他的可溶性婴儿食品比母乳更好：他只是说尽可能地做到营养上的相似。到19世纪90年代，广告经常把配方奶粉描绘成艺

术品的样子。同时，儿科医生开始注意到，受广告影响采用配方奶粉的母亲，其孩子得坏血病、佝偻病的比例较高。

相关争议在1974年达到顶峰，反匮乏组织（War-on-Want）出版了一本叫作“婴儿杀手”的小册子，涉及雀巢在非洲出售的婴儿配方奶粉；此后，对配方奶粉的抵制持续多年。到了1981年，《国际母乳代用品销售守则》颁布。这并非法律条文，许多人说它不受重视。2008年中国爆发最新丑闻，在配方奶中发现工业化学品三聚氰胺，导致30万名儿童患病，有些甚至死亡。

有没有一种方法可以让一切变得最好：妈妈和爸爸平等的职业晋升，母乳喂养婴儿，又免受吸乳器的麻烦。也许有——如果你不介意市场的影响。在犹他州，有一家名为豚草的实验室付钱让柬埔寨的妈妈挤出母乳，经检验合格后出售给美国的妈妈。现在价格很贵，一百多美元一升，但可能会随着规模扩大而下降。政府甚至可能会向配方奶粉征税以补贴母乳市场。李比希为奶妈这一职业敲响了丧钟，也许全球供应链又会使其回归。

---

1. 严格来说，现代医学已经使男性移植子宫成为可能，但还未被广泛接受。

10
冷冻快餐

对于住在美国东北部的玛丽来说，这是11月一个的普通星期二。她44岁，拥有学位，她家庭富裕，家庭收入排名前1/4。那么，她今天做了什么？她是律师、老师还是管理顾问？

不，玛丽花了一个小时编织和缝纫，两个小时摆放餐桌和洗碗，还有两个多小时准备和烹饪食物。在这方面，她并没有什么不同。因为这是1965年，在1965年，许多已婚的美国妇女，即使是受过良好教育的妇女，也要花相当一部分时间做家务。对这些女性来说，“养家糊口”并不是一个比喻，而是她们真正要做的事情——而且每周要花费很多时间。

我们知道玛丽和许多其他人的日常安排——因为有世界各地进行的时间安排调查。这些调查涉及不同的人如何安排自己的时间。对于受过教育的妇女来说，在过去的半个世纪里，美国和其他富裕国家的时间安排发生了根本性的变化。现在，美国妇女每天花大约45分钟做饭和打扫卫生；这仍然比男人多，他们每天只花15分钟，但与过去玛丽每天4小时相比，这已经是很大的变化。

变化的原因是我们饮食方式发生了根本性的改变。如果你要问这种改变的标志，那便是1954年冷冻快餐（TV dinner）的出现。冷冻快餐制作完后用真空铝盒装，肉类和蔬菜都需要相同的烹饪时间，“冷冻火鸡盒装快餐”由细菌学家贝蒂·克罗宁（Betty Cronin）开发。

她在斯旺森食品加工公司工作，这家公司在其美国军队配给业务枯竭之后，正要寻找新的途径开发业务。克罗宁自己，作为一个雄心

勃勃的年轻职业女性，就是理想的市场目标的一部分——过去通常被认为在家为丈夫做饭，而现在正忙于发展自己职业的女性们。但她拒绝了诱惑，“我从来没有在家里吃过冷冻快餐，”她在1989年的一次采访中说，“我过去整天都在做这些东西。这就够了。”

但女性不必完全通过接受铝盒装冷冻快餐体验，来实现食品加工变革对自己的解放。她们还有冰箱、微波炉、防腐剂和生产线。食品可能是最后的家庭产业，这种东西绝对是在家里生产的。但食品的制备越来越产业化——已经外包给餐馆和外卖店，三明治店和工厂来准备即食或即烹食物。饮食产业化——包括一切形式——导致了现代经济的深刻转变。

最明显的表现就是食品消费在变化，美国在家庭之外的消费越来越多——包括快餐、餐馆、三明治和小吃。20世纪60年代，只有1/4的食品消费发生在家外。随着时间的推移，它一直在稳步上升，2015年则是一座里程碑：美国人历史上在外面的饮食消费第一次超过了在杂货店的消费。你可能认为美国人与众不同，但其实英国人早在10年前就跨过了这座里程碑。

即使在家里，食品也提前接受了加工，以节省厨师的时间、精力和技能。有些例子明显是通过即烹食物来准备整顿饭——冷冻比萨或贝蒂·克罗宁盒装套餐。还有一些不是那么明显——沙拉袋、肉丸、用于浇汁或烧烤的串；碎干酪、罐装的通心粉酱、透气袋装好的茶包；拔好毛、清除好内脏并放好鼠尾草和洋葱等拌料的鸡。当然，还有切片面包。每一项新的变化对老一辈来说都是奇怪的，但我从来没有拔过鸡毛，也许我的孩子永远不会自己切拌沙拉用的食材。所有这些都节省了时间——大量的时间。

这些创新并不是从冷冻快餐开始的：他们已经做了很长时间了。在19世纪初，家庭购买预制面粉，而不是把自己的谷物带到磨坊，或在家里捣碎成面粉。1810法国发明家尼古拉斯·阿佩尔（Nicholas

Appert）通过密封加热来保存食品，并申请了专利。1856年炼乳获得专利；在1880年，海因茨开始销售预熟通心粉。

但这些创新起初对妇女花多少时间准备食物并没有影响。经济学家瓦莱丽·雷米（Valerie Ramey）比较美国20世纪20年代和60年代之间人们日常时间安排时，发现了惊人的稳定性。无论妇女是否受过教育，嫁给农民或受过高等教育的人士或城市专业人员，她们花在家务上的时间是一样的，50年来没什么变化。直到20世纪60年代，食品产业化才开始对妇女的家务劳动量产生显著影响。

但是，将妇女解放出来的创新肯定不是冷冻比萨，而是洗衣机。这个观点颇有吸引力，被广泛认同。与健康的家常食品相比，冷冻快餐并不像是真正的进步。洗衣机干净又高效，取代了单调乏味的工作。洗衣机是长方体形状的机器人洗衣工，作用大。怎么会不是革命性的呢?

当然是这样，但是变革不是在妇女的生活中。数据很清楚，洗衣机没有省多少时间，因为在洗衣机之前，人们并不经常洗衣服。如果洗几件衬衫就要花一天时间，人们会使用可替换的领子和袖口或黑色外层来掩盖污垢。但是，洗衣可以省了，吃饭却不能省。如果准备一顿饭要花两三个小时，那也是必须要做的。因此洗衣机并没有像即食快餐那样节省人们很多时间，因为我们可以忍受身上有脏点，但不能忍受饥饿。

即食快餐也有一些令人遗憾的副作用。20世纪70年代至21世纪初，发达国家肥胖率急剧上升，与这些创新烹饪方式出现的时间几乎一致。卫生经济学家说，这并非偶然的：不仅在经济方面，而且在时间方面，食用高热量食品的成本大幅下降。

想想不起眼的土豆，长期以来，它一直是美国饮食中的主食，但在第二次世界大战之前，土豆通常是烘、煮或捣成糊。这是有原因

的：烤土豆需要去皮、切碎，煮半熟再烤；炸薯条或炸薯片必须切碎然后油炸，这些都是很耗时间的。

然而，随着时间的推移，生产炸切碎的土豆——炸薯条和炸薯片——都是集中进行的。炸薯条可以在工厂里剥皮、切碎、油炸和冷冻；然后在快餐厅再次油炸或在家用微波炉加热。1977年至1995年间，美国土豆消费量增长了1/3，这一增长几乎完全由油炸土豆的兴起所导致。

薯片甚至还可以油炸、腌制、调味和包装，然后放在货架上保存好几周时间。但这种便利是有代价的，20世纪70年代到90年代，美国成年人的卡路里摄入量增加了约10%；但这些都不是因为正常饮食中增加的热量，都是因为吃零食，通常就是那些加工的方便食品。

心理学——和常识——告诉我们这不应该是一个惊喜。行为科学家进行的实验表明，一顿饭吃什么取决于我们提前多久做出计划。一顿提前很长时间的饮食可能更有营养，如果是临时做出决定，食用的更可能是垃圾食品而不是营养食物。

食品产业化——以冷冻快餐为标志——在两个重要方面改变了经济：妇女摆脱了数小时的家务琐事，为她们从事正式职业消除一大障碍；让我们的腰围不断增大的无营养热量的获得变得更容易。现在我们面临的挑战——包括很多发明都是一样——是既要享受其带来的好处，又不要付出太多代价。

11
避孕药

婴儿配方奶粉给妈妈带来变化，冷冻快餐给家庭主妇带来变化，但避孕药给二者都带来变化。此外，避孕药有深刻的社会影响，实际上，这才是关键——至少在提倡避孕的玛格丽特·桑格看来是这样的。她敦促科学家发展完善避孕措施，希望在性和社交方面解放妇女，以使其与男性的地位更加平等。

避孕药不仅仅是社会变革，它也引发了一场经济变革，也许是20世纪末最重大的经济变革。

为了了解原因，先看看避孕药对女性的作用。

首先，效果很好——不像其他一些替代品，其效果让你难以启齿。在过去的几个世纪里，恋人们已经尝试了各种花样来防止怀孕。古埃及有鳄鱼粪，亚里士多德推荐雪松油，还有卡萨诺瓦（Casanova）的方法——用半个柠檬作为宫颈帽。即使现在的避孕药替代品——避孕套，也有失败率。因为人们有时候不严格按要求使用，导致避孕套有时会破裂或滑落——结果每100名性生活活跃的女性使用一年避孕套，有18人会怀孕。不算多。避孕海绵的失败率与之相近，避孕膜也不太好。

避孕药的失败率只有6%——安全性是避孕套三倍。事实上，如果使用得当，失败率可以下降到1/20。此外，负责正确使用避孕药的是女人，而不是她笨手笨脚的伴侣。

避孕药以其他方式给予妇女控制权。使用避孕套意味着要与伴侣协商，避孕膜和避孕海绵使用起来也麻烦。使用避孕药的决定权在于女性，而且是私密的。避孕药简单方便，不易引人注意。1960年在美国首次获得批准，几乎很快风靡起来。在仅仅5年的时间里，几乎一半的已婚育龄女性都在使用它。

但真正的革命是未婚妇女使用口服避孕药。那需要时间，大约在避孕药被批准10年后，1970年美国各州开始让未婚女性更容易获得避孕药。大学开始开设计划生育中心，女学生开始使用这些避孕计划。到20世纪70年代中期，避孕药已经成为美国18岁和19岁女性最欢迎的避孕方式。

那正是经济开始变革的时候，20世纪70年代开始，美国女性开始攻读一些特定类型的学位：法律、医学、牙科和MBA（工商管理硕士）。在那之前，这些学位一直非常男性化。在1970年，90%的医学学位授予了男性，法律和MBA学位男性占95%，牙科学位男性占99%。

70年代有了避孕药后，妇女纷纷选择攻读这些学位，班级中女性比例迅速增加。到1980年，她们往往占了班级1/3的人数，学生性别占比短时间内发生了巨大的变化。

这不仅是因为女性更有可能上大学，还因为已经决定上大学的女性选择了这些专业课程。所有女性学生中，学习医学和法律等科目的比例急剧上升，从逻辑上讲，不久之后，在这些专业的职业中女性的比例也会快速增长。

但这和避孕药有什么关系呢?

答案是避孕药让女性控制了自己的生育能力，使她们可以专注于自己的事业。在避孕药出现之前，女性随时都有怀孕的风险，花5年甚

至更多时间获得医生或律师资格，从时间上和金钱上来看，都不是很划算。为了学习这些课程，女人需要推迟为人母的时间，至少要到30岁——生孩子会影响她们的学习，在关键时期耽搁她们在职场的晋升。一位性生活活跃的女性想要成为医生、牙医或律师，就如同在地震活跃区建造工厂：运气稍微差点就可能前功尽弃。

当然，如果想为日后从事的职业而努力学习，女性可能会放弃性行为，但是许多人并不想这样。这个决定不仅仅是为了乐趣，也是为了找个丈夫。避孕药出现之前，人们结婚时比较年轻。为了事业发展而决定放弃性生活的女人可能会到30岁才找对象，那时候会发现几乎所有的好男人都已经结婚了。

避孕药改变了这两者间的平衡关系。这意味着未婚女性可以发生性行为，意外怀孕的风险大大降低。这也改变了整个婚姻模式。每个人都开始晚婚。急什么？这意味着没有服用避孕药的女性发现她们也不必仓促结婚。生孩子的时间也晚了，女人可以自己选择合适的时候。这意味着女性至少有时间建立自己的职业生涯。

当然，在20世纪70年代，美国其他与女性相关的事情也在发生变化。堕胎合法化，与此同时反对性别歧视法、女权主义运动、年轻男性应召入伍去越南打仗的实际情况，使得雇主们迫切需要在当地招募女性员工。

但是哈佛经济学家克劳迪娅·戈尔丁（Claudia Goldin）和劳伦斯·卡茨（Lawrence Katz）的详细统计研究表明，避孕药在允许女性推迟婚姻、推迟为人母和投入自己的事业等方面肯定起到了主要作用。考查当时其他因素的变化，其发生时机并不能解释当时的情况。但是，戈尔丁和卡茨跟踪每个州年轻女性获得避孕药的情况，他们发现，随着每个州对避孕药技术的准入，女性专业课程入学率也急剧上升——工资待遇也是如此。

几年前，一位叫阿马利娅·米勒（Amalia Miller）的经济学家通过各种巧妙的统计方法证明，如果一位女士在她20多岁时能够推迟一年生育孩子，她一生的收入将上升10个百分点：这对在生孩子前完成学业并确保就业的女性来说是一个巨大的优势。但20世纪70年代的年轻女性不需要看阿马利娅·米勒的研究：她们已经知道这是真的。随着避孕药的推广，她们报名参加了长期的专业课程，人数之多，超乎想象。

今天，美国妇女可以眺望太平洋那头，看看另外一番情景。在日本，世界上技术最先进的国家之一，避孕药直到1999才被批准使用。同样的避孕药，日本妇女不得不比美国妇女多等39年；相比之下，当助勃药伟哥在美国获得批准时，日本仅仅落后了几个月。普遍认为，日本的性别不平等比任何其他发达国家都糟糕，妇女仍在努力拼搏以争取在工作场所得到认可。虽然其中的因果关系无法理清，但美国的经验表明，这并非巧合——将避孕药的使用推迟两代，对妇女的经济影响将是巨大的。一颗小小的药丸，继续改变着世界经济。

12
电子游戏

1962年初，一名麻省理工学院的年轻学生正在回家途中，他的家就在邻近的马萨诸塞州洛厄尔镇。那是一个寒冷的夜晚，万里无云。彼得·萨姆森（Peter Samson）走下火车，抬头仰望星空，一颗流星划过。彼得·萨姆森没有感叹造物之美而是本能地抓起并不存在的游戏控制器，扫视天空，想知道他的飞船飞往何处。萨姆森已经长大，已经过了看星星的年龄，他只是花了太多时间玩《太空大战》（*Spacewar*）游戏。

萨姆森的幻觉是许多数字狂幻想的前兆——一边慢慢入睡，一边幻想吃豆人（Pac Man）、俄罗斯方块或口袋妖怪，或反复掏出手机查看脸谱网是否有新动态。电脑让我们魂不守舍，甚至突然条件反射——在1962年，除了萨姆森和他的几个电脑迷朋友，对其他任何人来说这都是难以想象的事情。他们是第一款重要视频游戏《太空大战》的狂热玩家，这款游戏为电子游戏热潮和产业化打开了大门，对经济的深远影响超乎我们的想象。

在《太空大战》以前，电脑是很可怕的东西：置于专门制造的灰色大柜子，只向受过专业训练的人员开放。它们块头大，价格贵；大型机构才拥有，普通人难以触及。计算是银行、企业和部队才需要做的事情：电脑只为穿西装的服务。

但20世纪60年代初，在麻省理工学院，新的电脑在更宽松的环境中安装，成为实验室设备的一部分，不需要专门的房间，普通学生可以随便摆弄。“黑客”一词诞生，但不是现在大众媒体上所理解的安全系统恶意破坏者的意思，而是代指那些不断通过试验、改进让电脑产

生奇特效果的人。就在黑客文化诞生之际，麻省理工学院订购了一种新型的电脑：程序数据处理机1号（PDP–1）。

这种电脑紧凑——冰箱一般的尺寸，而且容易使用，但功能强大，还有——哦，好玩！它不是通过打印机，而是通过高精度的阴极射线管传送信息，还有视频显示器。

一位名叫斯拉格·拉塞尔（Slug Russell）的年轻研究员听说了程序数据处理机1号，他和他的朋友们开始策划如何展示其能力。他们读了很多科幻小说，一直梦想着好莱坞太空剧——这比《星球大战》早近20年。后来没有这样的电影出现，他们做出了最好的选择：《太空大战》——双人电子游戏，两位星际飞船的船长使用光子鱼雷武器进行生死决斗。

简单描述下星际争霸，玩家可以控制星际飞船旋转、推进或发射鱼雷。很快其他爱好者的加入，使游戏更流畅，速度更快，增加了有现实引力的星球，然后用胶合板组合特殊的控制器、电动开关和胶木。毕竟，他们是电脑黑客。

其中一个人认为，《太空大战》应该有一个壮观的背景，因此设计“华丽天文馆”（Expensive Planetarium）子程序，展示出逼真的星空景象，从地球的赤道看，有五种不同亮度的星球。这位设计员是名叫彼得·萨姆森的年轻学生，他的脑海中全是《太空大战》，甚至对洛厄尔天文台上方的夜空产生错觉。

在某种程度上，《太空大战》产生的经济影响显而易见。随着电脑逐渐便宜，可以安装在商场甚至家里，游戏行业开始蓬勃发展。早期比较火爆的游戏之一《行星游戏》就得益于《太空大战》——利用逼真的宇宙飞船在零重力环境中旋转和推进。电脑游戏产业的收入现在可以与电影业相抗衡。文化上的重要性也日益凸显：乐高《我的世

界》（*Minecraft*）周边产品的人气已经可以与《星球大战》和《超级英雄》的设备相媲美。

游戏除了让我们花钱，对经济的影响也是多方面的。首先，虚拟世界可以创造真正的就业机会。经济学家爱德华·卡斯特罗诺瓦（Edward Castronova）是第一批使这种情况得以实现的人员之一。2001年卡斯特罗诺瓦计算了一个虚拟世界“诺拉斯”（在线角色游戏《无尽的任务》的场景）的人均国民生产总值。“诺拉斯”人员不是特别多——大概60 000人在同一时间在线，通过执行任务来积累财富，然后用这些财富给自己的角色购买一些有趣的装备。此外，有些玩家没有耐心，他们直接在易趣网用真金白银从其他玩家那里购买虚拟财富。这意味着其他玩家可以通过在“诺拉斯”上完成一些任务来赚钱。

据卡斯特罗诺瓦估计，其工资大约是3.50美元一小时——对加州居民来说不算多，但如果你碰巧住在内罗毕，那已经相当不错了。不久，“虚拟血汗工厂”开始兴起，从中国到印度，那里的青少年在某些游戏中的单调乏味的环节挣钱，获取数字财富，卖给那些想直接获得好装备的活跃玩家。现在仍然存在：有人在日本的拍卖网站出售虚拟游戏角色，每月赚好几万美元。

然而，对于大多数人来说，虚拟世界不是赚钱的地方，而是花时间享受的地方：在游戏中合作，掌握复杂技能，或根据自己的设想举办派对。即使有卡斯特罗诺瓦设计的“诺拉斯”，仍有150万名韩国人在虚拟世界玩一款名为《天堂》（*Lineage*）的游戏。再比如脸谱网上的《乡村度假》（*Farmville*），使社交网络与游戏之间的界限变得模糊；还有《愤怒的小鸟》和《糖果粉碎传奇》等手机游戏，以及增强现实游戏，如《口袋妖怪Go》。到2011年，游戏学者简·麦戈尼格尔（Jane McGonigal）估计，全球超过5亿人花大量时间——几乎每天平均两个小时——玩电脑游戏。10亿或20亿小时是很容易达到的数量。

这就是游戏给我们带来的第二个经济影响。有多少人会选择通过虚拟娱乐而不是乏味的工作来赚取真金白银呢?

10年前，我看到爱德华·卡斯特罗诺瓦在华盛顿特区演讲，听众是一批科学家和政客。他说：你们在现实生活中已经是人生赢家，但不是每个人都可以像你们一样。你可以选择是成为星巴克服务员或星舰队长——但在虚拟世界中发号施令为何总让人们欣喜若狂?

卡斯特罗诺瓦可能已经觉察到了一些东西。在2016年，四位经济学家对美国劳工市场的一种现象感到困惑并就此进行研究：经济增长强劲，失业率很低，但大量身强力壮的年轻人要么兼职，要么不工作。更令人困惑的是，大多数有关失业的研究发现，失业使得人们彻底痛苦、失望，但这些年轻人的幸福感却在增加。研究人员得出结论，原因就是这些年轻人宅在家里，摆脱父母，玩着电子游戏。他们不想成为星巴克服务员，对他们来说成为一名星舰队长显然更有吸引力了。

13
市场研究

20世纪的早些时候是美国汽车制造商的美好时光，汽车刚生产出来，就被抢购一空。到1914年，情况开始发生变化。尤其是随着价格的提高，经销商和消费者变得更为谨慎。一位评论员警告说，销售商不能只根据自己的判断来出售产品，必须迎合消费者的需求。

这位评论员名叫查尔斯·库利奇·帕林（Charles CoolidgeParlin），他被公认为世界上第一位专业市场研究者。的确，因为他就是发明市场研究理念的人，一个世纪后，市场研究行业规模巨大：仅在美国，就雇用了大约100万人。

帕林的任务是给美国汽车市场把脉，他行驶了数万英里，采访了数百名汽车经销商。经过几个月的工作，他向自己的雇主递交了调查结果，他谦虚地称其为“2 500份图表、地图、统计表等的打印稿件”。

你可能想知道，是哪位汽车制造商雇用帕林进行的这项研究，是福特吗？为了取得竞争上的优势，他们当时正忙于另一项创新——装配线。

不是的，福特没有评估顾客需求的市场研究部门，也许这并不奇怪。据说亨利·福特（Henry Ford）曾打趣说：人们可以选择他们的T型车，无论喜欢什么颜色，只要是黑色。

事实上，没有汽车制造商聘请市场研究人员。柯蒂斯出版公司出版了一些阅读量非常大的期刊：《星期六晚报》、《妇女家庭杂志》和《乡村绅士》。杂志的生存依赖于广告收入，该公司的创始人认

为，如果广告被认为更有效，他将能够销售更多的广告版面，他想知道市场研究是否有助于设计出更有效的广告。在1911年，他设立了一个新的部门，以探索这个模糊的想法。

该研究部门的第一位负责人是查尔斯·库利奇·帕林。对于一个来自威斯康星的39岁高中校长来说，这并不是一个受关注的职业选择。其实，在那时候，成为世界上第一个市场研究者，对任何人来说都不是引人瞩目的职业变动。帕林开始专注于农业机械，然后他调查百货公司市场。起初，并不是每个人都看到他工作的价值，即使他介绍了他的小册子《汽车销售：零售商地址大全》。他仍然觉得需要从不同角度证明自己工作存在的价值。他希望能“为整个行业提供建设性服务”，他写道，汽车制造商在广告上花了大量资金，而他的雇主想“确定这个重要的业务来源是否会继续下去”。

市场研究的发明标志着商业模式开始从“生产者主导”到“以消费者为导向”的显著变化——从制造东西然后说服人们购买它，转变为调查人们可能需要什么样的产品，然后再去制造。

亨利·福特的“无论喜欢什么颜色，只要是黑色”是“生产者主导”观念的典型。1914年到1926年间，只有黑色的T型车从福特的生产线上开下来：组装单一颜色的汽车更简单，黑色油漆便宜耐用。剩下的就是说服顾客，他们真正想要的就是一辆黑色的T型车。说句公道话，福特擅长这一点。

现在很少有公司能简单生产一些容易生产的东西，然后就轻而易举地销售一空。市场调研技术 ——调查、小组座谈、验收测试——有助于确定什么产品容易销售。如果金属油漆和赛车条纹有助于汽车销售，那就生产这种类型。

在帕林的引导下，其他人最终纷纷开始效仿。到20世纪第二个十年后期，他的汽车报告发布后不久，许多公司开始成立自己的市场研

究部门。在接下来的10年中，美国的广告预算几乎翻了一番。市场研究的方法变得更加科学：在20世纪30年代，乔治·盖洛普（George Gallup）率先进行民意调查；第一个焦点小组访谈是由社会学家罗伯特·默顿（Robert K. Merton）在1941年进行的。他后来希望可以获得这个想法的专利并收取特许权使用费。

但系统地调查消费者偏好只是故事的一部分，营销人员也意识到可以系统地改变消费者的偏好。默顿创造了一个词语来描述在营销活动中常见的成功、出色或精明的人。那个词语就是“榜样”。

广告的本质正在改变：不再仅仅提供信息，而是试图制造欲望。西格蒙德·弗洛伊德的侄子爱德华·伯纳斯（Edward Bernays）是公共关系和宣传领域的先导。他帮助企业客户成功宣传的最著名案例，就是在1929年帮助美国烟草公司说服妇女，在公共场所吸烟是女性解放行为。他说，香烟是“自由的火炬”。

今天，洞察和引导公众偏好影响着经济的每一个角落。任何病毒式营销者都会告诉你，制造话题是一门艺术，而不是一门科学，但是，随着越来越多的数据可用，调查消费者心理可以变得更加详细。福特曾经只提供单一黑色系的车，而谷歌却以41种稍微不同的蓝色来测试对点击率的影响。

我们是否有必要担心企业的努力和日益成熟会窥探并操纵消费者的心理？进化心理学家杰弗里·米勒（Geoffrey Miller）认为：“像风度翩翩的恋人一样，最好的营销导向公司帮助我们发现我们从来不知道的欲望，以及从未想到过的满足方法。”也许是的。

米勒看到人类通过购买消费品进行炫耀，就如雄孔雀用漂亮羽毛吸引母孔雀；这种观点可以追溯到一位名叫托斯丹·邦德·凡勃伦（Thorstein Veblen）的经济学家和社会学家。早在1899年他就发明了炫耀性消费的概念。

帕林看过凡勃伦的东西。他理解购买消费品的号召力，在一次对零售商的讲话中他写道：“旅行车”是一个男人品位或风度的标志。破旧的旅行车，像一匹衰老的马，说明司机手头紧张或缺少自尊。换句话说，也许不是一个值得信任的商业伙伴，或丈夫。

如今的这些信号比仅仅显示财富要复杂得多：如果我们想表明自己喜欢绿色环保，可以选择普锐斯；如果想显示自己有安全意识，或许会选择沃尔沃。这些信号之所以具有意义，是因为这些品牌花了几十年的时间，有意识地试图理解和响应消费者的欲望——并影响他们。

和今天的广告相比，1914年的那些广告更为欢乐、单纯。福特T型车有句广告语：“买！这是一款更好的车。”这难道不是一条本身就可爱、完美的广告吗？但是不能持久。查尔斯·库利奇·帕林引领我们走向了一个非同寻常的世界。

14
空调

如果能控制天气——按下按钮，就可以使天气变暖或更冷，更潮湿或更干燥，我们就可以减少干旱或洪水，减少热浪和道路结冰。沙漠将变成绿洲，庄稼永远不会歉收，也不再需要担心气候变化。碰巧的是，气候变化的威胁已经让有些人想到一些疯狂的方式来应对，比如把硫酸喷到大气上层进行降温，或将生石灰倒入海洋以吸收二氧化碳，减缓温室效应。与此同时，其他科学家正在致力于实现巫师造雨的梦想，其技术包括播撒碘化银和将带电粒子送入天空。

人类虽然聪明，却无法精确地控制天气，至少是我们说的室外天气。自从发明了空调，我们就可以控制室内的天气。这不是一个大问题，但它仍然有一些深远且意想不到的影响。

自从我们的祖先掌握了取火，大冷天取暖已无须烦恼，天热时降温却依然是个挑战。年轻、古怪的罗马皇帝埃拉伽巴路斯（Elagabalus）在温度调节方面做出了早期的尝试，他让奴隶把山上的雪运下来，堆在他的花园里，微风会把凉爽的空气吹进屋内。

毫无疑问，这个方案无法推广，直到19世纪，波士顿企业家弗雷德里克·图德（Frederic Tudor）才以类似的方式发了一笔财。1806年冬天他从新英格兰结冰的湖面上凿下冰块，用碎木屑做隔热装置，并把它们运到夏季炎热的地方。在那个世纪余下的时间里，这种方式有利可图，美国炎热地区对新英格兰的冰产生依赖，新英格兰冬季如果天气温暖，则会引起“冰荒”进而成为“冰慌”。

我们认识的空调出现于1902年，且与人类的舒适无关。纽约萨基特–威廉斯（Sackett＆Wilhelms）印刷公司的工作人员在尝试彩色打印时，对不同的湿度水平感到沮丧。这个过程要求同一张纸用不同颜色印4遍——青色、洋红色、黄色和黑色。如果印刷过程中湿度发生变化，纸张会稍微膨胀或收缩，即使一毫米的偏差看起来都很糟糕。

印刷商们问供热公司布法罗福格（Buffalo Forge）是否能设计出一套控制湿度的系统。布法罗福格将这个问题交给了一位大学毕业才一年的年轻工程师。威尔斯·卡里尔（Wills Carrier）当时每周才挣10美元，低于现在的最低工资。但他想出了一个解决办法：让空气在用压缩氨冷却的线圈上循环，以使湿度保持在恒定的55%。

印刷商很高兴，布法罗福格很快将威尔斯·卡里尔的发明出售给那些面临湿度问题的企业：从纺织工厂、面粉磨坊到吉列公司——在它们那里，湿气会使剃须刀片生锈。这些早期的工业客户不太关心温度是否让工人感到舒适，这只是控制湿度的附带好处。卡里尔看到了机会，到了1906年，他已经开始谈论在剧院等公共建筑中调节“舒适温度”的潜力了。

这是目标市场的精明选择。从历史上看，剧院经常在夏天关闭——在闷热日子，没人想看一出戏。其原因不难想象：没有窗户；人们拥挤在一起；并且在电出现前，照明是由发热的火炬提供的。新英格兰冰曾短暂流行：在1880年夏天，纽约麦迪逊广场剧院每天使用4吨冰，8英尺（2.44米）高的风扇将空气吹过冰面，通过导管吹向观众。不幸的是，这不是一个理想的解决方案。空气虽然凉爽，但也潮湿，新英格兰的湖泊污染日益严重。有时，随着冰的融化，一些难闻的气味会进入礼堂。

卡里尔的降温系统要实用得多，他称其为“天气调节器”。20世纪20年代的新兴电影院是公众首次体验空调的地方，和有声电影一样，

凉爽通风很快成为一大卖点。好莱坞暑期大片持续赢利的传统可以直接追溯到卡里尔，商场的兴起也是如此。

空调不仅仅是一种便利，电脑如果太热或潮湿就会关机，空调可以使给因特网供电的服务器正常运转。事实上，如果工厂无法控制空气质量，就很难生产硅片。

空调是革命性的技术，它对我们的生活场所和生活方式产生了深远的影响。它改变了建筑。从历史上看，在炎热的气候中，凉爽的建筑意味着厚厚的墙壁、高高的天花板，背朝太阳的阳台、庭院和窗户。有通风廊的房子在美国南部很流行，开放式过道将房子一分为二，微风可以穿过。过去玻璃墙的摩天大楼并不是明智的选择：在高楼上会非常炎热，有了空调，旧的方案变得无关紧要，新的设计成为可能。

空调也改变了人口结构。没有它，很难想象像休斯敦、菲尼克斯，以及迪拜或新加坡这样一些城市的崛起。在20世纪的下半叶，随着住宅区在美国迅速蔓延，人口在“太阳带”（从佛罗里达州加利福尼亚温暖的南方）蓬勃发展，从占美国人的28%增加到40%。

特别是退休人员，从北方转移到南方，他们也改变了该地区的政治平衡；作家史蒂文·约翰逊（Steven Johnson）振振有词地说，是空调选择了罗纳德·里根。

里根于1980年成为总统：那时，美国仅拥有世界上5%的人口，但使用的空调却占世界一半以上。新兴经济体已经迎头赶上：中国很快将成为全球领导者。中国城市空调房屋的比例在10年内从不到1/10跃升到2/3以上。在印度、巴西和印度尼西亚等国家，空调市场迅速扩张。还有更多的增长空间：从马尼拉到金沙萨，世界上30个最大的城市中有11个在热带地区。

空调的快速发展是好消息，原因很多——在炎热潮湿的夏天，有空调的生活比没空调更加愉快。除了这显而易见的原因外，空调还降低了热浪期间的死亡率。在监狱里，热使得囚犯瘫痪——空调可以减少打斗，这也抵消了空调的费用。在考场里，当温度超过20摄氏度（68华氏度）时，学生的数学测试成绩开始下降。在办公室，空调使我们更有成效：根据早期的一项研究，空调使美国政府打字员的工作量增加了24%。

经济学家已经确认了生产力和保持凉快之间的关系。耶鲁大学的威廉·诺德豪斯（William Nordhaus）根据经纬度线，将世界划分为不同区域，绘制出每一区域的气候、产出和人口关系：他发现，平均气温越高，生产力就越低。据哥伦比亚大学杰弗里·希尔（Geoffrey Heal）和哈佛大学的志星·帕克（Jisung Park）研究，炎热年份对气候偏热国家的生产力不利，但对气温偏低国家的生产力有利：通过计算，他们得出结论，人类的生产力在18~22摄氏度达到峰值。

有个事实不容忽视：你要使房间或建筑物内变凉，往往会使室外变热。亚利桑那州菲尼克斯的一项研究发现，空调设备将热空气从建筑物中排出，从而使城市夜间温度增加了2摄氏度。当然，这只会使空调机组工作更努力，同时也使外面更热。

在地铁系统，车内降温可能会导致站台更热。空调通常需要通过燃烧气体或煤炭产生电能，空调还需要使用冷却剂，其中许多会排放出大量温室气体。

你会期望空调技术变得越来越干净和环保，可能是对的。即使乐观主义者对效率提高的观点是正确的，然而空调需求增长如此之快，到2050年，能源消耗会增加8倍，这是令人担忧的气候消息。

我们还有什么发明来控制户外天气吗？也许会有。空调——一个简单直接但很了不起的发明，已经产生了一些意想不到的巨大副作

用。控制气候本身既不简单也不直接，有什么样的副作用？我们几乎无法想象。

15
百货商店

“不用，我只是随便看看”，在商店闲逛时，售货员走过来，大多数人都会这么说。售货员大都彬彬有礼，很少有人会缠着要你购买。

在伦敦的商场听到这样的对话，对哈里·戈登·塞尔福里奇（Harry Gordon Selfridge）来说印象颇为深刻。1888年，这位派头十足的美国人正在欧洲各大百货公司考察——从维也纳和柏林，到巴黎著名的乐蓬马歇百货，再到曼彻斯特和伦敦。他希望通过考察，为当时的雇主，芝加哥的马歇尔·菲尔德百货公司（Marshall Field）提供一些改进意见。当时他们正忙于推广“顾客永远是对的”理念。显然，当时英国的情况并非如此。

20多年后，塞尔福里奇回到了伦敦，以他名字命名的百货公司在牛津街开张。牛津街现在已经成为全球零售业的发祥地，当时却是荒郊野外，只是与一个新开通的地铁站离得比较近。然而塞尔福里奇百货却引起了轰动，一方面是由于其规模庞大——零售面积达6英亩（2.43公顷）。几十年来，玻璃窗一直是大街上的一大特色，但塞尔福里奇安装了世界最大的玻璃墙，玻璃墙后面是最豪华的陈列橱窗。

除了超大规模，塞尔福里奇百货更不一样的地方是服务态度，这给了伦敦人一种全新的购物体验，这种体验在19世纪末的美国已经得到过验证。

“随便看看”得到积极鼓励。和在芝加哥时一样，塞尔福里奇去除了过去店主的一些不良习惯，比如把商品放到需要售货员帮助取的地方——柜子里、上锁的玻璃门后以及需要借助梯子才能够得着的架子

上。他采取开放式展示，让顾客可以触摸产品，拿起来从各个角度检查，售货员不会一直在你身边徘徊。商场开张时，塞尔福里奇在整版报纸上刊登了广告，将“购物的乐趣”和“旅游观光”相提并论。

购物长期以来也是社会地位的一种展现：欧洲大城市的旧拱廊配有华丽的灯光、蜡烛和镜子，陈列着一些优质的棉布时装，是上层阶级的购物之地和出入的场所。在塞尔福里奇百货看不到任何势利和排斥的痕迹，广告特意明确指出：“欢迎所有英国民众——不需要任何出入卡。”如今的管理顾问经常谈论从“金字塔底部”赚钱致富；塞尔福里奇早就超越了他们，在芝加哥商场，他通过“可以讨价还价的地下商场”吸引普通工人阶层光顾。

我们能看到如今的购物模式，最大的功劳当属塞尔福里奇，但这种创意是否奏效在当时并不确定。另一名开拓者是爱尔兰移民，名叫亚历山大·泰尼·斯图尔特，他在纽约提出了一个令人震惊的理念，就是在顾客走进商场大门的那一刻，不要去打扰他们，他将这一新奇政策称为“随意入场”。

现在“清仓式销售”无处不在，即定期以低价处理最后的库存，以便为新品腾出空间，这种模式的首创者是斯图尔特百货。斯图尔特还提出了无条件退款，鼓励顾客支付现金，快速结账；在以往，顾客们得等着把他们一年的信用情况列出来。

斯图尔特在其商场还贯彻一种理念——并非每位顾客都喜欢讨价还价。有些人喜欢简单直接的报价，然后会告知能否接受该价格。斯图尔特将利润率降低，使得“一口价”成为可能。他解释说：“我把商品以最低的价格投放市场，尽管我知道每笔销售都只有一点利润。”但销售量的扩大使资本大量积累成为可能。

这种想法并非完全没有先例，但肯定被认为是激进的。斯图尔特雇用的第一个销售员精明势利，试图根据自己对客户的判断尽可能开

出高价，听说斯图尔特并不允许这么做，感到非常震惊并当场辞职，同时告诉这位年轻的爱尔兰店主，他的商场一个月内必定破产。然而5年后，斯图尔特去世时，他已经成了纽约最富有的人之一。

百货公司成了商业大都会。在斯图尔特的“大理石宫”里，店主自夸道：“你可以随意浏览100万美元的货物，不管你是若有所思还是羡慕嫉妒，没有人会打扰你。”可以毫不夸张地说，他们把购物提升到另一个层次：布达佩斯的柯文商场安装了一台观光电梯，吸引众多顾客付费乘坐。伦敦哈罗德百货的自动扶梯，每小时载运4 000人。

在这些商场可以买到任何东西，从摇篮到墓碑——哈罗德提供了一套完整的殡葬服务，包括灵车、棺材和服务员，商场还有画廊、吸烟室、茶室和音乐会。企业家们在商店周围建立了展廊，商场货物的陈列摆上了街头。历史学家弗兰克·特伦特曼（FrankTrentmann）认为，这代表“全民购物”的诞生。

现在，市中心百货商场的辉煌时代已经略有褪色，随着汽车的兴起，城郊购物中心开始兴起，那里的土地更便宜。英国游客仍然喜欢哈罗德百货和福尔福里奇百货，但也有很多人前往牛津以北几英里的比斯特村，一家专门从事奢侈品牌折扣的购物中心。

自斯图尔特和塞尔福里奇等先驱者完全改变购物模式之后，商场购物体验一直没有太大的变化。他们对购物体验的改变，正值女性获得社会地位和经济能力之时，这也许并非巧合。

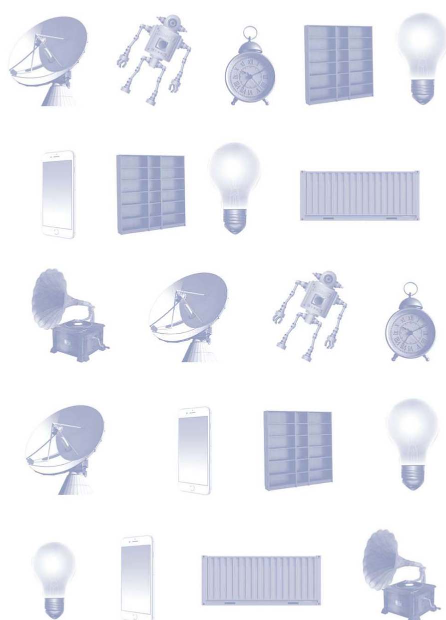
当然，说女性天生爱购物，几乎是陈词滥调，数据表明，这种陈词滥调并不完全是空穴来风。针对时间安排情况的研究表明，女性购物时间比男性多，还有研究表明，这是偏好和责任的问题：男人更喜欢停车方便、结账快捷的商店，可以快速买到需要的东西然后离开；女性更有可能优先考虑购物体验方面，例如友善的售货员。

对于这样的研究结果，塞尔福里奇不会感到惊讶。他清楚地意识到女士们真正想要的东西，女性客户的特点在他看来正是有利可图的机会，而其他零售商并未好好利用。他默默采取了一些变革行动，如设立女性特色洗手间。这对现代人来说听起来很奇怪，但这是当时伦敦店主一直忽视的一项设施，塞尔福里奇注意到了，这样女性就可以整天在城里逛街购物，无须使用不卫生的公共厕所，或为了方便，还要专门去高档宾馆喝下午茶。

塞尔福里奇的传记作者林迪·伍德黑德（Lindy Woodhead）甚至认为，说塞尔福里奇帮助解放了妇女一点也不过分，这对任何店主来说都是过高的要求，但是社会进步有时就是出人意料。

塞尔福里奇当然认为自己是一个社会改革者。他在解释为什么在芝加哥商场里设置了托儿所时曾经说过：“我到来的时候，恰逢女人们希望走出家门的时代。她们到商场来，终于可以实现自己的一些梦想。”

III
发明新系统



1946年年底，来自20多个国家的工程师聚集伦敦。

这不是召开会议的最佳时间和地点。瑞士代表威利·库特（Willy Kuert）回忆说：“所有酒店都非常好，但供不应求。”他明白困难所在，但只要你专注于食物质量而不是数量，就没有理由投诉。

虽然身处战争的废墟中，最紧张的关系却存在于那些用英寸测量的人和用厘米测量的人之间。“我们无须讨论，”库特说，“生活中已经离不开。”尽管如此紧张，但气氛友好——人们彼此表达善意，想要完成任务，并在适当的时候达成一致：成立国际标准化组织（ISO）。

ISO的目的当然是制定标准，螺母和螺栓、管道、滚珠轴承、集装箱和太阳能电池板的标准。这些标准中有些很可靠（可持续发展的标准），有些标准（加氢站的标准）很有前瞻性。

但对于过去的ISO来说，一些看似简单的东西更有意义：让英国接受国际标准的螺纹仍然被认为是ISO的伟大成就。唉，ISO还没有把标准制定机构标准化呢？它必须与国际电工委员会和国际电信联盟，当然还要与其他许多机构一起磋商。

螺母和螺栓的国际标准很容易被接受——但在那时候，非标准化的螺母和螺栓根本就“开心”不起来。从食品标签到转动钥匙就可以启动的汽车，从可以给人打电话的手机到插入电源插座的插头，现代经济建立在标准化基础之上。标准化的滚珠轴承没有太多光环，然而，一个运行平稳的经济体正是依靠它们来运转的。

许多关键的发明只作为更大系统的一部分发挥作用。可能是纯技术的系统，如手机；也可能是人为的系统，例如，纸币没有内在价值：只有人们期望别人接受这张纸作为报酬时，它才起作用。电梯这样的发明在与其他技术相结合的时候效果更好：钢筋混凝土建造的摩天大楼需要电梯；空调让电梯保持凉爽；公共交通把人们送到密集的商业区。

让我们从人类历史上最重要的发明之一开始——所有的系统都适应它时，我们才开始意识到它的潜力。

16
发电机

对于Boo.com，WebVan和eToys等公司的投资者来说，网络泡沫的破灭令人震惊。这些公司筹集了大量资金，万维网将改变一切。然后，在2000年春季，股票市场崩溃。

一些经济学家长期以来对计算机的前景表示怀疑，在1987年还没有网络，许多公司都开始使用电子表格和数据库，但影响不大。经济发展方面的顶级思想家罗伯特·索洛（Robert Solow）表示：“计算机随处可见，唯独在生产力数据中没有体现出来。”

要跟踪创新对经济的总体影响并不容易，最好的衡量标准是“全要素生产率”。经济增长时，意味着经济在某种程度上会从机械、劳动力和教育等投入中挤出更多的产出。20世纪80年代罗伯特·索洛发表上述看法时，正是几十年来增长最慢的时候，比大萧条时期还要缓慢。技术似乎蓬勃发展，生产力却几乎停滞不前，经济学家称之为“生产率悖论”，这如何解释呢?

回到100年前，也有一项令人失望的新技术——电。一些公司投资购买发电机和马达，并在工作场所安装，然而并未带来生产力的迅速提高。

电的潜力似乎很明显，托马斯·爱迪生和约瑟夫·斯旺在19世纪70年代后期各自发明了灯泡。1881年，爱迪生在曼哈顿的珍珠街和伦敦的霍尔博恩建造发电站。进展很快：一年之内，他将电力作为一种商品出售；一年后，第一台电动机被用来驱动机器制造。直到1900年，美

国工厂的机械驱动力不足5%来自电动机，大多数工厂仍处于蒸汽时代。

蒸汽动力工厂一定是令人敬畏的，机械动力来自一台大型蒸汽机，发动机转动中央钢制驱动轴，其长度接近整个厂房，有时甚至延伸到厂房外面的另一建筑内。附轴通过皮带和齿轮连接，驱动锤子、冲床、压力机和织机。有时皮带会通过天花板上的一个洞垂直通向二楼，或三楼。昂贵的“带塔”将它们封闭起来，防止火势从缝隙中蔓延开来。一切都是通过滴油器持续不断地滴油润滑。

蒸汽机很少停止工作，如果工厂需要运行机器，则需要添加煤炭烧火。齿轮和轴承不停旋转，皮带上沾满油脂和灰尘，工人随时会有因袖子或鞋子被绊倒，被卷入冷酷无情的机器当中的可能。

一些工厂老板尝试将蒸汽机更换为电动马达，从附近的发电站引进现代的、清洁的电能。在如此大的投资之后，他们往往对节省成本感到失望。不仅仅是因为人们不想放弃他们的旧蒸汽机。他们继续安装，直到1910年左右，许多企业家还在研究旧的蒸汽机系统和新的电力驱动系统，并选择了前者。为什么?

答案是，为了利用电力，工厂主不得不用一种完全不同的方式思考问题。当然，他们可以像使用蒸汽机那样使用电动机，将其接入旧体系，但电如果采取全新系统，电动马达可以发挥更大作用。

有了电力，就可以在需要的地方随时供电。小型蒸汽机效率低下，小型电动机运行高效。因此，一家工厂可以安装好几台小型电动机，每台电动机驱动一个轴，随着技术的发展，每个工作台都可有自己的机床和电动机。电力不是通过大型的、单一的旋转驱动轴，而是通过电线传输和提供动力。

由蒸汽驱动的工厂需要足够坚固以承载巨大的钢制驱动轴；由电力驱动的工厂明亮又通风。蒸汽动力工厂必须按照驱动轴的逻辑来布置；电力工厂意味着可以以安装生产线的逻辑来安排工厂。老式蒸汽工厂围绕驱动轴安装，黑暗拥挤；新型电动工厂宽敞开阔，侧厅和窗户可以带来自然光和空气。在老式工厂，速度由蒸汽机决定；在新型工厂，工人可以设置速度。

电力工厂可以更干净、更安全，效率也会更高，因为机器只有在使用时才需要运行。

但是——这是一个很大的“但是”，并非简单地通过拆卸蒸汽机，用电动机取而代之，就能得到这些结果。你需要改变一切，包括建筑和生产过程，而且因为工人们会有更多的自主权和灵活性，甚至不得不改变招募、培训员工和支付薪酬的方式。

工厂主人犹豫不决，理由可理解，他们当然不想抛弃现有的资产，也许他们在努力思考，一切都要适应新技术，这样一个世界意味着什么?

最后，变革势在必行，当然，部分原因是供电变得越来越便宜和可靠。美国制造业也受到意外力量的影响，其中之一是在20世纪第二个十年后期的经济复苏和20年代出现的新发明：护照。得益于一系列新的法律，受战争蹂躏的欧洲移民入境受限，平均工资飙升。雇用工人越来越注重质量而不是数量，受过训练的工人可以使用电力赋予的自主权。可见，护照有利于电动机的推广使用。

随着越来越多的工厂老板思考如何充分利用电动机，关于制造的新观念开始扩散。到了20世纪20年代，美国制造业的生产率以前所未有的速度飙升。你会认为这种跃进一定归功于某项新技术。并非如此。经济史学家保罗·戴维（Paul David）认为主要原因在于，制造商

终于弄明白了如何使用一项已经存在了半个世纪的技术。他们必须改变整个系统：建筑、后勤和人事政策都被改造以适应电动机。

这让索洛的讽刺有了新的意义，到2000年，大约在第一个计算机程序诞生半个世纪后，生产率有所提高。两位经济学家，埃里克·布林约尔松（Erik Brynjolfsson）和洛林·希特（Lorin Hitt）发表的研究结果显示，许多公司在计算机设备上的投入回报很少，甚至完全没有回报，但其他一些公司却因为计算机的使用获得了巨额利润。如何解释这种差异？为什么计算机让有些公司收益增加，而另一些公司却没有变化。这是一个谜，埃里克·布林约尔松和洛林·希特透露解决方案：关键是公司在安装了新的电脑后，是否愿意进行改造，充分挖掘电脑的潜力。这往往意味着分散经营、外包、精简供应链以便为客户提供更多的选择。不能添加了新的电脑，但依然使用旧系统，正如增加电力，但依然保留老式蒸汽动力工厂一样。你需要做些不一样的事情，需要改变整个系统。

当然，网络比计算机要年轻得多，网络泡沫破灭还不到10年。电动机像现在的网络这么年轻时，工厂主人仍然热衷于蒸汽机，真正大的变革才刚刚浮出地平线。技术革命就是要改变一切，正因为如此，我们称其为革命。改变一切需要时间、想象力和勇气，有时需要付出巨大努力。

17
集装箱

全球经济最显著的特点就是：全球性。中国的玩具、智利的铜、孟加拉国的T恤衫、新西兰的葡萄酒、埃塞俄比亚的咖啡和西班牙的西红柿，不管喜不喜欢，全球化是现代经济的一个基本特征。

统计数据充分表明这一特征。20世纪60年代初，世界商品贸易不到全球GDP（国内生产总值）的20%，而现在比例高达50%左右。不是每个人都为此感到高兴，普通人忧心忡忡，经济学家却近乎一致赞成，观点差别之大恐怕超过其他任何事情，争论十分激烈。

对贸易的争论倾向于将全球化作为一种政策，甚至是一种意识形态，再加上诸如《与贸易有关的知识产权协定》（TRIPS），《跨大西洋贸易与投资伙伴协议》（TTIP）和《全要素生产率》（TFP）之类的交易协议。全球化的最大推动力也许不是自由贸易协议，而是一个简单的发明：8英尺（2.44米）宽，8.5英尺（2.6米）高，40英尺（12.19米）长的波纹板箱——集装箱。

集装箱为什么如此重要，为了揭开谜底，先看看集装箱发明之前典型的贸易运输是什么样子。1954年，一艘不起眼的货船“勇士号”，将商品从纽约布鲁克林运往德国不来梅港。在那次运输中，共有超过5 000吨的货物——从食品到各种家庭用品，从车辆到信件等。所有货物共194 582件，分成1 156批次装运。运抵码头后，光跟踪登记这些货物就犹如一场噩梦。

真正的挑战是装载“勇士号”类型的船，做这项工作的港口工人要把一桶桶的橄榄、一盒盒的肥皂堆放在码头的木托盘上。托盘吊起后

堆放到船舱，更多的港口工人会搬运或用推车将货物运至船舱角落整齐摆放，然后用钢钩钩住货物，将其紧贴舱壁和舱顶摆放就位。包装货物需要技巧，这样才不会在海上运输时松动。虽然有起重机和叉车可用，但许多商品，从一包包比人的体重略重的食糖，到一根根和小汽车一般重的钢铁，最终还是需要人力来搬运。

这比制造业甚至建筑业都危险得多。在一个大港口，每隔几个星期就会发生人员伤亡。在1950年，纽约港口每天平均发生6起严重事件——纽约港已经是相对较为安全的一个港口。

研究“勇士号”不来梅之行的人员得出结论，这艘船花了10天的时间装卸货物，这与它穿越大西洋的时间一样长。以今天的货币来计算，货运总成本约为每吨420美元，考虑到陆上分拣和分发货物的常见延误，整个旅程可能需要三个月的时间。

60年前，国际货运成本高、风险大，且非常耗时。当然有更好的方法，确实有：把所有的货物放在巨大的、标准的箱子里，然后搬运箱子。

发明箱子本身是件容易的事——几十年来，集装箱一直以各种形式进行试验，但始终没有流行开来，真正的挑战是克服社会障碍。首先，货运公司、船运公司和港口在集装箱具体标准上意见不一。有些人想要大些，另一些人想要小些或短些，也许是因为他们专营诸如菠萝罐头之类的重型货物，或者他们经常在狭窄的山路上用卡车运输。

此外，还有强大的码头工人工会，他们抵制这个想法。你可能认为他们会欢迎集装箱，因为这可以让装载工作更安全——但也意味着工作量的减少。

因循守旧的美国监管机构偏向于维持现状。货运部门程序烦琐，通过不同的规定，确定船运公司和货运公司可以收取多少费用。为什

么不让公司按照市场行情交费——甚至允许航运和货运公司合并，并建立一体化服务？也许官僚们也只想保住自己的饭碗，这种大胆的想法会让他们无事可干。

为这一充满风险的迷宫指明方向的是一位美国人，名叫马尔科姆·麦克莱恩（Malcom McLean）——称其为现代集装箱运输系统的发明者一点也不为过。马尔科姆·麦克莱恩对航运一无所知。他是一位卡车司机——对卡车和运输系统非常了解，而且知道如何节约成本。关于马尔科姆·麦克莱恩吝啬的故事比比皆是。作为一名年轻的卡车司机，据说他很穷，连过桥费都付不起；他把扳手放在收费亭里作为押金，然后卖掉自己货物之后，在回程时将其赎回。即使麦克莱恩在负责一家大型机构时，他也指示员工将长途电话保持在三分钟之内，以便节约费用。

马克·莱文森是麦克莱恩的传记作者，他详细记载了集装箱的历史，他认为这些故事忽略了他的雄心壮志和坚定意志。集装箱可以整齐地装在平板车上，麦克莱恩看到了潜力，但他并不是第一个提出这种方法的人。麦克莱恩的不同之处在于他的政治头脑和胆识——对全球货运系统发生巨大变化至关重要的特质。

例如，在麦克莱恩所说的“前所未有的金融和法律工程”中，他设法同时控制船公司和汽运公司。当然，这对引入船运汽运兼容的集装箱有很大作用。麦克莱恩一往无前的企业家精神也让他不断取得进步：例如，在1956年，码头工人威胁罢工，并关闭美国东海岸港口，麦克莱恩认为这是改装旧船以适应新规格集装箱的完美时机。他并不反对负债来进行必要的投资。到1959年时，人们普遍怀疑他濒临破产，因为他总是冒着举债的风险进行扩张。但是他挺过去了。[注]

麦克莱恩也是一位精明的政治家。例如，纽约港务局当时（20世纪50年代）试图扩大影响力，他指出新泽西港口未得到充分利用，可

以将其专门用作集装箱运输场地。因此，他从港务局获得政治和经济上的支持，在纽约有了很大一块立足之地。

也许最引人注目的成功发生在20世纪60年代后期，麦克莱恩将其集装箱运输的想法推荐给也许是世界上最强大的客户：美国军队。将设备运往越南，对后勤来说简直是一场无法忍受的噩梦，为此军方转向麦克莱恩和他的集装箱船来寻求解决办法。集装箱作为综合物流系统的一部分效果更好，美军完全可以采用批量运输的方式。甚至更为有利的是，麦克莱恩意识到，在从越南回来的路上，他的空集装箱船可以从世界增长最快的国家——日本——收集货物。因此，跨太平洋贸易真正开始。

如今的现代航运港口是20世纪50年代勤劳的港口工人无法想象的，即使是最小的集装箱船，装载的货物也可以达到“勇士号”的20倍，而卸货时间只需几个小时。巨大的起重机，重达1 000吨，锁定重达30吨的集装箱，并将其摆放到等待的运输工具上。犹如芭蕾舞一般的庞大工程由计算机编排，通过全球物流系统跟踪每个集装箱，冷藏容器放入具有电力和温度监测器的船体部分。较重的集装箱放置在底部，以降低船的重心；整个过程的设计和安排都会考虑船舶的平衡。起重机将一个集装箱卸载到等待运输的车上之后，又会吊起另一个重新装载了货物的集装箱。

不是每个地方都能享受集装箱化革命带来的好处：贫困国家的许多港口仍然像20世纪50年代的纽约。特别是撒哈拉以南的非洲，由于基础设施薄弱，仍然与世界经济大体上脱节。由于没有能力融入世界的集装箱航运系统，非洲成为一个经商代价高昂的地方。

对于越来越多的目的地，货物运输都快速可靠、价格低廉：1954年，用“勇士号”运输一吨货物，客户需要支付420美元，现在可能每吨只需支付不到50美元。因此，制造商对把自己的工厂设在距离客户（甚至供应商）更近的地点越来越不感兴趣。重要的是找到一个地

方，那里的劳动力、法规、税收制度和工资都有助于提高生产效率。中国工人有了新的机会；在发达国家，工人经历新的就业威胁；每个政府都觉得自己在与各地政府进行竞争，以吸引商业投资。除此之外，在某种意义上，消费者享有最为物美价廉的产品——玩具、电话、衣服、任何东西，支撑这一切的都是麦克莱恩早年开创和发展的集装箱系统。

世界很大，研究国际贸易的经济学家却经常假定运输成本是零。他们说，这样计算起来更方便——多亏了集装箱，让运输成本真的大大降低。

---

1. 最终，有一项冒险以失败告终：1986年，麦克莱恩72岁时，大笔生意破产。麦克莱恩在高效节能船舶上进行了大量投资，但油价大幅下滑，投资打了水漂。5年之后，麦克莱恩又重整旗鼓。显然他热爱自己的企业家使命。

18
条形码

这个故事有两个版本。

其中之一讲的是创造力的灵感突发。1948年，费城德雷克塞尔研究所研究生约瑟夫·伍德兰德（Joseph Woodland）正在思考当地零售商抛出的挑战：谁有办法将结账登记的烦琐过程自动化，以加快商店结账的过程？伍德兰德是一位聪明的年轻人，第二次世界大战期间曾在曼哈顿项目部（Manhattan Project）工作。作为一名大学生，他设计过一个系统，可以改进公共场合背景音乐的播放。他曾计划将其进行商业推广，但受到父亲警告后不得不放弃，他父亲认为搞这些背景音乐的人都不务正业。

所以伍德兰德回到德雷克塞尔研究所学习，现在他被商店结账登记问题所困扰。他在迈阿密看望祖父母时，坐在沙滩上沉思着，漫不经心地用手指画着圆圈，让沙子在指尖滑动。看着沙地上凹凸起伏的图案，头脑里突然闪过一个念头：就像莫尔斯电码使用点和短线来传达信息一样，可以使用细线和粗线对信息进行编码。斑马条纹中的代码可以描述产品及其价格，这个代码或许可以用机器读取。

这个创意是可行的，然而当时的技术太昂贵，但随着计算机的发展和激光的发明，逐渐变得更加现实。接下来几年，条码扫描系统又经历了几次更新和升级。在20世纪50年代，一位叫戴维·柯林斯（David Collins）的工程师在轨道车上涂了粗细不一的线条，以便能被轨道旁边的扫描仪自动读取。在20世纪70年代初，IBM工程师乔治·劳雷（George Laurer）认为，矩形代码比伍德兰德的靶心状代码更紧凑，并开发了一种使用激光和计算机的系统，其速度非常之快，可以

处理放置在扫描仪系统上有标签的装豆袋子。约瑟夫·伍德兰德的海边涂鸦已经成为一个技术现实。

这个故事的第二个版本同样重要——但颇为乏味。

1969年9月，美国食品饮料和消费品制造商协会（GMA）行政系统委员会的成员与全国食品连锁店协会（NAFC）成员会面。会面地点：汽车旅馆——辛辛那提的旋转木马酒店，这并非一个理想场所。双方会谈的话题是食品生产商是否可能与食品零售商就行业间产品代码达成协议。

食品饮料和消费品制造商协会希望使用11位数字的代码，其中包含已经使用的各种标签方案。食品连锁店协会想要一个较短的7位数代码，可以在结账时使用更简单和更便宜的系统来读取。双方不能达成一致，不欢而散。经过无数委员会、小组委员会和特设委员会多年的协商，最后，美国食品饮料及消费品行业就“通用商品条形码”（UPC）标准达成一致。

这两个故事涉及的创意于1974年6月在俄亥俄州特洛伊市的马什超市的结账台上实现，一位名叫沙龙·布坎南（Sharon Buchanan）的31岁售货员在激光扫描仪上扫描了一包50支装的箭牌果汁口香糖，自动记账67美分。口香糖出售，条形码诞生。

我们倾向于将条形码视为一种简单的成本降低技术：帮助超市更有效地开展业务，从而帮助降低成本。但是像集装箱一样，除非它被集成到系统，否则条形码无法发挥作用。条形码系统的影响远不止降低成本这么简单，它帮助一些人解决了问题，但也给另外一些人带来了麻烦。

因此，故事的第二个版本与第一个版本同样重要——因为条形码打破了消费品行业的平衡。正因为如此，各种委员会的讨论不可或

缺，先是技术极客组成的委员会，后来更高层次的官员取而代之，最终食品零售行业才能够达成一致，毕竟涉及的利益非常之大。

没有一定的使用量，条形码系统就无法真正发挥作用，但是让大家都加入系统并非易事。安装扫描仪价格昂贵，重新设计有条形码的包装成本不低——别忘了，米勒啤酒还在用1908年的印刷机印刷瓶子上的标签。零售商不想安装扫描仪，除非制造商将条形码印在其产品上；制造商不想印条形码，除非零售商安装了足够的扫描仪。

随着时间的推移，条形码天平逐渐倾斜，对部分零售商的好处逐渐显现出来。对于家庭经营的便利店而言，条形码扫描仪非常昂贵，能解决的问题对他们来说其实并不存在。但是，对于大型超市来说，随着销售额的增加，扫描仪的平均成本可以逐渐降低。他们需要缩短结账排队时间，需要跟踪库存。手动结账时，售货员可以向顾客收取费用，然后将现金装入口袋而不登记入账。使用条形码和扫描仪系统后，这种行为将非常显眼。美国高通胀的20世纪70年代，超市要给商品调价时，条形码可以让超市只需在货架上贴上新价格标签而不用给每件商品重新贴上标签。

令人惊讶的是，随着条形码在20世纪70年代和80年代的推广，零售业规模也在扩大。扫描仪数据有利于建立客户数据库和会员卡系统，可以跟踪和自动化库存，即时交货显得更具吸引力，各种产品的成本得以降低。一般商场，特别是超市开始推广销售鲜花、衣服和电子产品。在条形码系统时代，超市规模可以更为庞大，商品更为丰富，复杂的后勤操作变得更加容易。

条形码作用的最终体现是在1988年，当时折扣百货商店沃尔玛决定开始销售食物。现在沃尔玛已经成为美国最大的杂货连锁店，也是迄今为止全球最大的零售商。沃尔玛是条形码的早期采用者，并继续投资最先进的计算机智能物流和库存管理。

沃尔玛现在是中国制造商和美国消费者之间的主要门户。技术帮助它扩大规模，庞大的规模意味着可以为中国买家批发廉价产品。从中国制造商的角度来看，可以专门为沃尔玛这样的大型客户建立一条完整的生产线。

约瑟夫·伍德兰德在迈阿密海滩的沙滩滑动手指，乔治·劳雷用辛勤的汗水完善了条形码，这是值得技术极客们庆祝的突发灵感。然而，条形码不仅让开展业务效率更高，它也决定了什么样的业务可以提高效率。

19
冷链

“比6只青蛙抽鸦片更疯狂”：这是观察家对豪尔赫·乌维科（Jorge Ubico）将军的描述。这位将军自1931年至1944年担任危地马拉总统，喜欢打扮成拿破仑·波拿巴的模样。他甚至可能相信自己就是拿破仑·波拿巴转世。

和许多20世纪拉丁美洲的独裁者一样，疯狂的乌维科将军曾与联合果品公司有着密切的关系。联合果品公司被称为“章鱼”，因为它的触角到处都是。乌维科通过了一项法律，强制危地马拉土著为土地所有者——联合果品公司劳动，公司拥有危地马拉大部分耕地。联合果品公司让大部分土地处于休耕状态，以防将来可能需要它。该公司声称这些土地毫无价值，所以不用多缴税，乌维科同意了。

然而，乌维科最终被推翻，一位理想主义的年轻士兵哈科沃·阿本斯上台。他向“章鱼”摊牌，既然说土地没什么价值，国家可以将其赎回，让农民耕种。联合果品公司并不乐意，他们游说美国政府，并雇用公关机构将阿本斯描绘成“危险的共产主义者”。美国中央情报局介入了，1954年阿本斯在政变中遭到罢黜，被扒得只剩内衣后塞进一架飞机流放他乡。阿本斯的女儿自杀，他自己酗酒后失去知觉，在一家酒店浴缸里死去，旁边放着一瓶威士忌。此后，危地马拉陷入长达36年的内战。

专门有一个名词形容那些由疯狂的独裁者统治、完全依赖国外资金支持的贫困国家：香蕉共和国。具有讽刺意味的是，危地马拉的困境与其主要出口产品——香蕉密切相关。如果没有下面这个新系统出

现，危地马拉的政治和西方的饮食都会有很大的不同。该系统被称为“冷链”（保持易腐货物处于规定低温的全球供应链）。

早在冷链出现之前，联合果品公司有一位叫洛伦佐·道·贝克（Lorenzo Dow Baker）的联合创始人。他最初是一名水手，1870年，在奥里诺科河上刚运送完一批淘金者，船在回新英格兰的路上出现了裂缝，不得不在牙买加靠岸修理。他口袋里有钱，又喜欢冒险——所以他购买大量香蕉，并设法在香蕉变质前赶回家。他做到了，出售香蕉获得了可观利润，于是又回到牙买加进行收购。这样香蕉成为港口城市如波士顿和纽约的美味，女士们用刀叉将其送入口中，以避免任何尴尬的性联想。

倒卖香蕉是冒险的生意，海上运输的时间几乎就是其保质期。到岸后往往因为过于成熟，无法向内陆继续运输。只有让香蕉保持低温，拉长成熟期，才能运抵更大市场。

香蕉并不是唯一让人们对冷藏船产生兴趣的食品。贝克第一次从牙买加回来前两年，阿根廷政府悬赏一笔奖金，奖励任何能将牛肉长久保鲜，以便出口到海外的人士。将船上装满冰是一种方法，但是成本太高。一个世纪以来，科学家们已经知道，可以通过将一些气体压缩成液体，然后让液体在蒸发时吸收热量来人为地降低温度，但其商业应用仍难以实现。1876年，法国工程师查尔斯·泰利耶（Charles Tellier）给运肉的船安装了制冷系统，并航行到布宜诺斯艾利斯，以此证明：在海上航行105天到岸后，肉仍然适合食用。

阿根廷的报纸《自由报》（*La Liberté*）欢呼：“太赞了！为科学和资本革命点赞一千次！”阿根廷的牛肉终于可以出口了。到1902年，全世界共有460艘冷藏船——或叫“制冷船”，装载着上百万吨的阿根廷牛肉、联合果品公司的香蕉和其他许多食品，在大海上穿梭。

与此同时，在辛辛那提，一个年轻的非裔美国男孩成了孤儿。他12岁时辍学，在一家车库打扫卫生，并学习如何修理汽车。他的名字叫弗雷德里克·麦金利·琼斯（Frederick McKinley Jones），他长大后成为一位多产的发明家。1938年，他担任音响系统工程师时，听到老板的朋友——像麦克莱恩一样，也经营货运业务——抱怨运输易腐货物的困难。制冷箱无法应付公路运输的颠簸，所以仍然不得不将冰块装入卡车，并寄希望于冰融化之前完成运输。

这并非长久之计，聪明过人、自学成才的琼斯能找到解决方案吗？可以。其结果就是一家新的公司——冷王（Thermo King），以及冷链。

冷链给医疗保健带来变革。二战期间，琼斯的便携式制冷机组为受伤士兵保存药物和血液。用冷链运输的疫苗不会坏，至少可以运抵贫困国家的偏远地区，虽然那些地区电力供应不稳定，但可能会有新的发明解决这个问题。

最重要的是，冷链给食物带来变革。在炎热的夏天——就算只有25摄氏度——鱼和肉只能保鲜几个小时；水果放几天也会发霉；如果幸运的话，胡萝卜或许可以保存三周。在冷链中，鱼可以保鲜一周，水果保存数月，根茎蔬菜也能储存长达一年，冷冻后食物保存时间则更长。

制冷扩大了我们的食物选择：热带水果如香蕉现在可以运抵任何地方。它改善了我们的营养，使得超市兴起：如果家里没有办法冷藏食物，必须经常去超市；如果家里有冰箱或冰柜，可以每周或每两周进行一次大采购。就像冷冻快餐的发展一样，家庭饮食的便捷化也改变了劳动力市场。购物次数减少，意味着家庭主妇成为职业女性的障碍减少。随着低收入国家逐渐变得富裕，冰箱成为几大件必需品之一：在中国，短短十几年，家庭拥有冰箱量占比从25%增长到90%。

冷链是全球贸易体系的支柱之一。集装箱使长距离贸易更便宜、更快速、更可预测；条形码帮助零售商巨头跟踪复杂供应链；柴油发动机——本书后面章节会介绍——使巨型远洋船效率惊人。

那么冷链呢？冷链可用于所有这些发明并拓展到易腐食品。现在肉、水果和蔬菜都已纳入全球专业化和全球贸易的经济逻辑。是的，法国可以种豆子，但也可能需要从乌干达进口；不同的生长条件意味着这样做有其环保以及经济价值。研究发现，在西班牙种植西红柿并运往瑞典，比在瑞典种植西红柿更有利于生态。还有人声称，在新西兰养羊，然后用船运输到英格兰，比在英格兰养羊导致的碳排放更少。

经济逻辑告诉我们，专业化和贸易将增加世界生产价值。可悲的是，这并不能保证价值的公平分享。看看今天的危地马拉，依然出口香蕉——价值数百亿美元，此外还饲养和种植其他的很多东西：羊、甘蔗、咖啡、玉米、小豆蔻等。但是，它是世界上慢性营养不良率第四高的国家——有一半的孩子因为饮食不足而发育不良。

经济学家不完全理解为什么有些国家会变得富裕，而另一些国家则依然贫困，但大多数人都同意国家机构的重要性——比如在腐败、政治和法律等方面。根据最新国家机构的排名，危地马拉在138个国家中排名第110位。乌维科将军的遗产——香蕉导致的政变和内战仍在持续。香蕉共和国似乎有天生的漫长保质期。

20
可转让债券

牛津的阿什莫尔博物馆，是来自世界各地的艺术品和文物的家园，距离我家正好不远。我经常从楼梯直接下到壮观的地下展馆，因为我是经济学家，我会绕过咖啡馆，转到旁边的钱币馆。你可以看到罗马人、维京人以及阿巴斯哈里的硬币。钱币馆似乎应该展出很多硬币，但其实大多数钱并不是硬币的形式。

正如费利克斯·马丁（Felix Martin）在他的著作《货币：未授权的传记》（*Money: The Unauthorised Biography*）中指出的那样，我们往往误解货币，因为大部分货币的历史，都没有以一种可以给博物馆带来荣耀的形式保存下来。事实上，在1834年，英国政府销毁了600年的珍贵货币文物，这个决定造成的不幸是多方面的。

我们要讨论的文物是看起来并不起眼的柳木，来自距离伦敦市中心的威斯敏斯特宫殿不远的泰晤士河畔，长约8英寸（20.32厘米），被称为符木（the Exchequer Tally）。符木是一种记录债务的方法，一个非常简单有效的系统。符木上面刻有债务记录，比如，上面或许刻有：威科姆农场从富尔克·巴西特（Fulk Basset）借款9英镑4先令4便士。顺便说一下，富尔克·巴西特可能听起来像是《星球大战》中的一个角色，但实际上是13世纪的伦敦主教，他欠国王亨利三世不少债务。

接下来要讨论的东西比较有意思。柳木会从中间分成两半，债务人保留一半，称为“枝”（foil）；债权人将保留另一半，称为“干”（stock），即使在今天，英国的银行家仍用“公债”（stock）一

词来指代英国政府的债务。因为柳木有自然而独特的纹理，只有劈开的两半才能相互匹配。

当然，财政部可以把这些交易记录在分类账上。符木债务系统会导致一些激进的事情发生，如果你有一块符木“干”，表明主教巴西特欠你5英镑，那么，除非担心成为不良债务，否则符木本身的价值就是5英镑左右。如果想买东西，你可能会发现卖家很乐意接受这根符木“干”，作为安全和方便的付款方式。

符木成为一种货币——一种特别有意义的货币，因为它清楚地告诉我们真正的货币是什么：是债务，一种特定的债务，一种可以自由交易的债务，从一个人流通到另一个人，直到将巴西特主教和威科姆农场完全分开。这是从债务的狭隘记录到更广泛的可交易债务制度的自发转变。

我对这个系统重要程度的了解还不够，原因显而易见，无法知晓其交易量是多少。当然，我们知道类似的债务有过大量交易，在大约一千年前的中国，当时——稍后会提到——纸币创意出现，记忆中这种创意的出现不止一次。

1970年5月4日星期一，爱尔兰的主要报纸《爱尔兰独立报》发表一份通告，其标题很直接：银行关闭。爱尔兰的所有主要银行都关闭，并将一直关闭，直至另行通知。这些银行与自己的员工有争议，员工开始罢工，所有业务办理可能会拖延数周甚至数月。

你或许会认为，这样的消息如果出现在世界上最发达的经济体之一，绝对会引起恐慌，但爱尔兰人仍然保持冷静。困难在他们的预料之中，所以他们一直在储备现金。这种情况下，爱尔兰经济依然持续发展却是因为别的东西。

爱尔兰人彼此之间使用的支票现在乍一看，似乎没有什么意义，支票是钱从一个账户转移到另一个的纸质说明，但是如果银行都关闭，那么汇款手续必须要等到银行开门才能进行。但爱尔兰的每个人都知道，这种事情持续的时间不会长达几个月。

因此，爱尔兰人给对方写支票，这些支票可以流通。帕特里克在当地酒吧签了一张20英镑的支票用于付账。老板可以将支票支付给员工或供应商（它可以兑换“现金”，或签署转让所有权）。帕特里克的支票四处流通，支付20英镑的承诺一直等到银行重新开门并开始清理积压业务时才得以兑现。

这个系统很脆弱，毫无疑问会有人滥开支票并最终拒绝兑现。五月拖过去了，六月，然后到了七月，这样下去总会有风险，人们也会对自己的财务状况失去控制，并开始不知不觉地不断开支票但无法兑现。也许最大的风险是信任会开始动摇，人们会开始拒绝接受支票付款。

然而，爱尔兰人一直在用支票。它对爱尔兰一定有帮助，因为爱尔兰的生意都比较小且都在本地进行。

人们了解他们的顾客，知道谁有钱，那些不守信用的人会臭名远扬。从酒吧和街头商店能够了解到客户的信用，这意味着支票可以流通。

银行十一月重新开门，在关闭6个多月后，爱尔兰的经济竟然毫发无损。唯一的问题是：50亿英镑的支票积压需要三个月的时间才能兑付。

爱尔兰也不是唯一一个支票未兑现就开始流通的案例。在20世纪50年代，驻港的英国士兵会用支票付账，然后回到英国后兑付。当地商人以自己的签名提供支票，支票可以相互流通，没有人急着兑换成

现金。实际上，像爱尔兰的支票一样，香港的支票就像符木一样，已经成为一种私人货币。如果钱是简单的可交易债务，那么符木和未兑换的爱尔兰支票并不是什么奇怪的准货币形式。它们就是货币系统，只是其底层机制尚未完善，就像是尚未安装盖子的发动机，或没有拆掉脚手架的建筑物。

当然，我们也会认为阿什莫尔博物馆的圆形金属片就是货币。毕竟保存下来的是金属，而不是支票或符木。有一件东西可能永远无法在博物馆展示：信任和交换的系统，这也是现代货币的根本。

那些符木，顺便说一下，结局很不幸。1834年，经过几十年的现代化尝试，该制度终于被废除，并被纸账所取代。为了表示庆祝，这些符木——6个世纪以来不可替代的货币记录——被付之一炬，全部扔进上议院的壁炉中烧毁，而不是让议会工作人员带回家当作柴火。现在，在煤炉中先烧几只木棒倒成了绝佳的生火方式。不久，上议院、下议院和整个威斯敏斯特宫殿——一座与“符木”系统一样古老的建筑——几乎全部毁于一场大火，这也许是货币历史的守护神在报仇雪恨。

21
毕利书柜

丹佛·桑顿痛恨毕利书柜。

他经营一家名叫unflatpack.com的公司。如果你从宜家购买组装家具，但是榫钉和螺栓以及组装说明书上快乐卡通人物的神秘指令让你感到无从下手，可以找桑顿先生这类人来为你拼装。

毕利书柜？典型的宜家产品。它是在1978年由宜家设计师吉利·伦德格伦（Gillis Lundgren）设计——因为担心会遗忘，他在餐巾纸背面画了个草图。现在全世界有6 000多万个毕利书柜，几乎每一百人中就有一人拥有一个。作为普通书柜还不错，事实上，因为毕利书柜无处不在，彭博资讯公司（Bloomberg）利用它来比较世界各地的购买力。根据彭博毕利书柜指数（Bloomberg BillyBookcase Index）——是的，真有这回事——埃及的成本最高，超过100美元；在斯洛伐克，只需不到40美元就可以买到。

在瑞典南部一个小村庄卡帝尔斯托普（Kättilstorp）的格林斯瓦默布勒（Gyllensvaans Möbler）工厂，每三秒钟，就有一个毕利书柜被生产出来。工厂的一百名员工从未真正触摸到书柜——他们的工作往往是操作从德国和日本进口的机器，这些机器24小时不停地将毕利书柜的各个部分切割、黏合、钻孔和打包，搬到刨花板上由卡车装载，每天600吨；吐出装好箱的成品，横六竖三整齐堆放在集装架上，准备装上卡车。

在格林斯瓦默布勒工厂的接待处，墙上画框内放着该公司从宜家获得的最早家具订单，日期为1952年。那时候的宜家可不是现在这样

的全球巨无霸，在数十个国家有门店，营业额达数百亿。

宜家创始人英瓦尔·坎普拉德（Ingvar Kamprad）开始创业时才17岁，资金是父亲的奖励，因为他虽有认读障碍，但仍努力学习。到1952年，26岁的年轻的英瓦尔出品的家具目录已达100页，但还没有想到要生产组装家具。几年后，他和公司的第四名员工——吉利·隆德格伦——往车上装家具，并准备去拍产品目录照，吉利说："这桌子真占地儿，我们应该把腿拧下来。"

这就是坎普拉德脑洞大开的时刻！他已经沉迷于削减成本，而且非常执着，以致于招来其他厂商的抵制。保持价格低廉的方法之一就是散卖家具，而不是花钱请人组装。从这个意义上说，自己找一个类似丹佛·桑顿这样的人来组装毕利书柜似乎有些反常，有点像在超市购买食材，再雇用私人厨师来做饭一样。

如果将劳动力外包给客户是唯一使散装家具更便宜的方式，看来非这么做不可。但是，省钱更多的，恰好是给吉利·伦德格伦带来灵感的问题：运输。例如2010年，宜家调整了一款沙发的设计：扶手可拆卸下来。这使得包装尺寸缩小一半。这样从工厂运到仓库，再从仓库到门店需要的卡车数量也减少了一半。而且，价格降低了1/7——足以抵消桑顿先生安装扶手的劳力支出。

产品设计不断受到质疑的不仅仅是家具，还有宜家的另一个标志性产品：马克杯。你可能用这种杯子喝过水——每年销量2 500万，到处可见。设计与众不同：宽口，渐窄，小把手。其设计初衷不全是为了审美。宜家调整了杯子的高度，之所以这样做，是因为可以更好地利用罗马尼亚供应商的窑炉空间。调整手柄设计后，堆叠也可以更紧凑——放在托盘上的杯子数量翻了一番，从窑炉到商店货架的运输成本也减半。

毕利书柜也一样，自从20世纪70年代后期入市以来，它看起来没有什么变化，价格却降低了30%。部分原因是产品和生产方法的不断微调，另一个原因就是规模经济——可以承诺制造的东西越多，成本就会越便宜。

看看格林斯瓦默布勒工厂：与20世纪80年代相比，书柜的产量增加了37倍，员工人数却只涨了一倍。当然，这得感谢德国和日本的机器。但是，大手笔投资买机器需要对生意有强大的信心，特别是当你只有一个客户的时候：格林斯瓦默布勒几乎只给宜家做书架。

再说那个马克杯。最初，宜家请供货方报每年采购100万个的价，然后又询问：如果保证今后三年每年要500万个呢？这一下，价格又降了10%。也许不是很多，但每一分钱都来之不易。不信你去问著名的铁公鸡坎普拉德，他90岁生日时罕见地接受了媒体采访，自曝身上穿的衣服是在跳蚤市场买的！据说他出门坐经济舱、开老旧的沃尔沃车。这样省吃俭用或许可以说明为什么他能成为世界上第八富有的人——他在瑞士居住40年，以逃避瑞典的税收。

尽管如此，并非省吃俭用就能成功。偷工减料，谁都可以做得出劣质、丑陋的产品；挥金如土，谁都可以做得出牢靠、雅致的产品。但是，要想像坎普拉德那样富有，必须做出物美价廉的东西。也许，这就能解释毕利书柜的魅力为什么经久不衰。吉利·伦德格伦曾经描述过他希望设计出的产品“简单、实用、持久”。你可能觉得人们会对密度纤维板嗤之以鼻，但他们却接受了毕利书柜。索菲·多纳尔森（Sophie Donelson）是室内设计杂志《美丽家居》（*House Beautiful*）的编辑，她告诉《广告周刊》（*AdWeek*），毕利书柜“简洁”、“时尚”但“不刻意复杂”。

家具设计师马修·希尔顿（Matthew Hilton）称赞毕利书柜最有特色的品质：匿名。室内装修设计师马特·桑德斯（Mat Sanders）也有同感：选购基本家具，通过自己装饰达到高端效果，宜家是首选之地。

如果你就想买个书架，毕利是最基本的、功能性的书架，但同时，它也可以是你创意的一张白纸。登录ikeahackers.net网站你会发现，毕利被改装成五花八门的家具：酒架、隔墙、婴儿换洗台。但是，厂家和供应链行家欣赏的并不是毕利的现代感和灵活性，他们看重的——这也适用于宜家整体——是原则：孜孜不倦地想办法削减成本、价格，同时保证绝不降低质量。这也揭示出，现代经济中的创新并不仅仅是那些吸引眼球的新技术，也包括枯燥的效率体制。毕利书柜的创新和苹果手机不同。毕利的创新在于：在生产和物流允许的范围内不断微调、削减成本，看起来毫不起眼，却简单实用。

这让心灵手巧的丹佛·桑顿不悦，“简单而又无聊，”他说，“我更喜欢挑战。”

22
电梯

这件事说起来真有点蹊跷。

有一天，某位女士上班时决定破例乘坐公共交通工具。在乘坐前的那一刻，她看了看手机上的应用程序，该程序标示了所在位置的确切经纬度。尽管频繁停靠站点，整个行程还算顺利、惬意和完美。离开交通工具时，她又查看了一下应用程序，发现她所在位置的经纬度并没有改变。这究竟是怎么回事?

答案：这位女士在高层办公大楼上班，她没走楼梯，而是乘电梯上下楼。我们不觉得电梯是公共交通工具，但电梯每天运载数亿人上下楼，仅仅中国一个国家每年就要安装70万部电梯。

迪拜的哈利法塔是世界上最高的建筑，占地面积超过30万平方米；芝加哥精巧绝伦的西尔斯大厦占地达到40多万平方米。设想一下如果将这样的摩天大楼切成五六十个低层楼块，然后每块周围都建停车场，所有的停车场之间构筑相互连通的道路，那就成了类似小城镇的办公园区。事实上，正是因为有了电梯，数量如此庞大的人群才可以在布局紧凑的大型建筑物中一起工作。

或许应该说，安全电梯造就了高层的工作和生活。电梯的原型——升降梯本身已经存在很久，利用的是绳索和滑轮简单升降原理。据说阿基米德在古希腊时期就建过一部升降梯。1743年，路易十五在凡尔赛宫通过一部升降梯秘密地拜访女主人，而女主人也可以通过升降梯秘密拜访他。国王路易的秘密爱情升降梯由人工升降，升降工站在空心墙壁内，如需要随时可以升降绳索。匈牙利、中国、埃及的升

降梯都由牲畜升降。后来出现了蒸汽动力的升降梯：英国工业革命的两位大佬，马修·博尔顿（Matthew Boulton）和詹姆斯·瓦特（James Watt）制造了动力强劲的蒸汽升降机，在煤矿用于运送煤炭。这些升降梯都很成功，但是人们却不会用它将人抬到危险的高度——因为升降梯不可避免地会出现问题。绳索可能会松动，导致升降梯突然下降，黑暗中火星四溅，乘客惊恐万分，尖叫声不断。如果必须上楼，大多数人走个五六层都不在话下，正常人都不会冒着生命危险去乘坐升降梯。

所以电梯不仅是要安全，而且是要永远安全。伊莱沙·奥蒂斯将制造安全电梯视为己任，1853年纽约世界博览会上，在一群围观者的见证下，奥蒂斯登上看起来有点像脚手架的平台，高度足以令人腿软。奥蒂斯身后站着一位男士，手里拿着一把斧头，气氛就像临刑前一般令人窒息。斧起绳断，观众屏住呼吸，奥蒂斯脚下的平台微微颤动，但并没有下降。“百分之百安全，先生们，百分之百安全！”奥蒂斯兴奋地叫起来。可见，城市高楼鳞次栉比，直插云霄，颠覆了人们的印象，靠的不只是电梯，还有电子制动器的发明。

“颠覆了人们对城市的印象！”的确如此，新的安全装置改变了建筑物的高度。曾经我们只能接受六至七层高的建筑，而且顶层住的一般都是仆人、疯婆子或为理想苦苦挣扎的艺术青年。电梯发明后，阁楼变成了阁楼公寓，顶层变成了套房。

电梯是城市规划系统的一部分，这是对电梯最好的理解。没有空调，玻璃外墙的现代摩天大楼不宜居住；没有钢筋或钢筋混凝土，摩天大楼无法建成；没有电梯，则只能望高楼而兴叹。

电梯的另一关键连接点是大众公共交通：地铁和其他城市交通系统让大量人员进入城市核心区。像曼哈顿这样高楼林立的中心城区，电梯和地铁密不可分。摩天大楼吸引的大量人流让地铁系统更为高效；没有地铁系统，就无法抵达高楼大厦。

地铁让城市出行更加环保：超过80%的曼哈顿人通过地铁、自行车或徒步出行，这一比率是全美平均的10倍。不管是在新加坡还是悉尼，大楼林立的城市情况都和曼哈顿类似。城市乃理想居住之地，为了工作和生活，人们宁愿支付昂贵的租金；城市富有创造力，从专利申请量和创业比例就能看出；城市生活富裕，人均经济产量高出一等。相对于农村和郊区，从环保角度看，城市就是乌托邦，人均能源消耗率低、汽油消耗低。没有电梯，这些小小的奇迹——财富、创造力和活力与适度的环境足迹均无从谈起。

然而，电梯似乎并不受重视，我们对它的要求更高。等候公共汽车或火车，我们心甘情愿；等电梯20秒，我们就会牢骚满腹。许多人一坐电梯就紧张，其实电梯很安全——比自动扶梯至少安全10倍。坦率地说，电梯就像个仆人，兢兢业业却不受重视。也许是因为坐电梯时，我们都感觉自己成了被运输的货物：关门、重心转移、开门、到达别处。电梯没有位置标识，LED显示屏也不显示方位信息，我们晕头转向，不知身处大楼哪个角落。

乘坐电梯出入高楼已习以为常，但电梯却在不断变化。越来越多的摩天大楼试图使用轻便的电梯绳，并通过电脑控制，让两台电梯同时独立上下。一些简单陈旧的方法也依然可行：如，在电梯大堂放置长度相当的镜子，让人感觉等待时间过得更快一些。电梯本身就是在节能，因为电梯轿厢自带平衡。

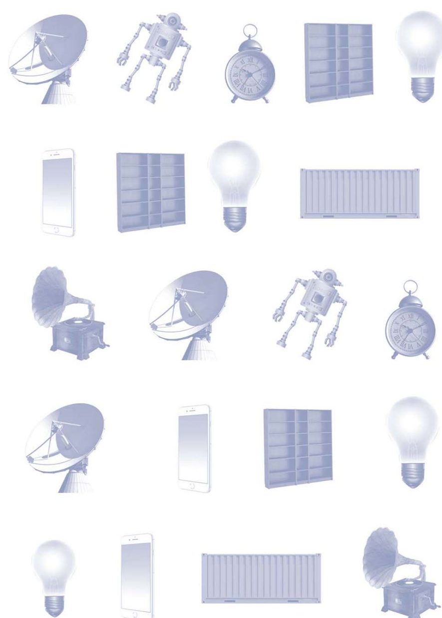
当然，电梯还有改进的余地，帝国大厦是世界最具代表性的摩天大楼，最近为了减少建筑物的碳排放，耗资5亿美元对电梯进行了改造。如安装再生制动器，电梯轿厢下降或空载的轿厢上升时，电梯会将产生的电力返回建筑物。

实际上，帝国大厦一直以来都以高效节能著称，原因不言而喻，它在紧邻地铁站的地方建造了密集垂直建筑物。该建筑的设计单位之一——落基山研究所（RMI）对建筑周边环境问题富有远见，其高效

环保的总部就建在离公共交通系统180英里（289.69千米）之遥的落基山脉。看起来像是环境效率的典范——但工作人员要开车上班，甚至要在相距一英里乃至更远的建筑物之间来回穿梭。

当然，落基山研究所本身就是环保高效设计理念的示范，如窗户上的高科技涂层、氪气三合一玻璃、水再利用系统和节能换热器等等。从周围的建筑物中可以看到其最为环保的技术之一：不起眼的电梯。它作为一种绿色出行交通工具，每年运载数十亿人来来往往，但却不受重视，默默无闻，毫不起眼。

IV
关于创意的创意



有些重大发明让其他发明也得以蓬勃发展。条形码、冷链和运输集装箱的结合，推动了全球化发展。钢筋混凝土、地铁和空调的结合，让电梯如虎添翼。

提出一个创意，通过这个创意促进更多创意的产生，这个人就是托马斯·爱迪生。爱迪生发明了专门发明新事物的方法，他在门洛帕克汇集大量资源，每天不断试验，尝试各种创新发明。

下面是1876年的描述。

一楼进去后首先映入眼帘的是办公室，中间隔出一间小图书室，旁边有一个方形大房间，里面装满各种发明模型。后面是机器

车间，设备齐全，配有10马力（7.46千瓦）的发动机。上面整个一层长100英尺（30.48米），宽25英尺（7.62米），每一面都有窗户透光，用作实验室。桌子上摆满了电子仪表、电话、留声机、显微镜、光谱仪等，正中间有一个网架，上面放着许多电池。

有了这个“发明工厂”，爱迪生认为每10天能有一个小发明，每6个月会有一个大发明产生。结果很难说清楚——爱迪生的名字频频出现在媒体专栏，但他发明的这个“发明工厂”本身，与已经得到发展的一些关于创意的“元论”——如创意如何保护、如何商业化、如何保密等——比起来依然相形见绌。关于创意的最早创意几乎与犁一样历史悠久。

23
楔形文字

过去人们以为神教会了我们写字。希腊人认为，普罗米修斯将文字作为礼物送给了人类。埃及人也认为文字是知识之神——拥有狒狒面孔的托特赐给人类的礼物。美索不达米亚人认为，伊南娜女神从智慧之神恩基那里偷偷地将文字带给人类，尽管恩基还没有糊涂到酗酒醉到不省人事的地步。

学者们当然不再持有狒狒面孔的天神托特帮助人类识字的观点。但是古代文明为何开发写作技能，长久以来一直就是个谜。是出于宗教的原因还是艺术的原因？是为了向遥远的军队发送信息吗？1929年这个谜变得愈加神秘，当时一位名叫朱利叶斯·乔丹的德国考古学者出土了一大片五千年前的泥版文书。这些泥版文书比在中国、埃及和中美洲发现的文字样本要长得多，刻在泥版上的抽象文字则被称为“楔形文字”。

这些泥版文书是在乌鲁克发现的，乌鲁克位于伊拉克境内，是美索不达米亚人在幼发拉底河畔的一处定居点。按照今天的标准，乌鲁克人是个很小的族群，其规模更像现代一个拥有几千居民的大村庄。但是按照5 000年前的标准，乌鲁克是一个较大的集镇，世界上最先出现的真正城市之一。

《吉尔伽美什史诗》，目前已知世界最古老的文学作品之一，宣称是“他建造了乌鲁克城——羊圈之城的城墙。看着城墙上青铜样的雕带！凝视着城里的堡垒，无论哪一个物件都是无与伦比的！”。

但是，这个伟大的城市还诞生了现代任何学者都无法破译的作品。这一作品又描述了什么呢?

乌鲁克还为考古学者提出了另一个难题——尽管这一难题似乎与其他事情并不关联。乌鲁克和其他美索不达米亚城市的废墟上散布着少量黏土，一些呈圆锥形，一些呈球形，还有一些呈圆柱形。一位考古学家嘲笑它们看起来像栓剂。朱利叶斯·乔丹本人更知性一些，他认为这是人为塑造的形状。在杂志的论文中，他认为“这些黏土像日常生活中的商品：罐子、面包和动物，尽管它们是模式化和标准化的”。

但是这些黏土是用来干什么的呢？它们是小玩意儿吗？是儿童玩具？是棋盘游戏？这些东西大小都很像这些，就是没有人能解开这个迷局。

后来，法国考古学家丹尼丝·施曼德–贝塞拉特给出了答案。20世纪70年代，她分类整理了从土耳其到巴基斯坦的整个连片区域发现的类似的作品。其中有些作品历史长达9 000年。施曼德–贝塞拉特认为这些物品有一个简单的功能：对应计数。形状像面包的物品可用于面包计数，形状像罐子的那些可用于罐子计数。对应计数很简单：我们不需要知道如何计数，只需要查看两种物品的数量情况并验证它们是否相同。

对应计数的历史要比乌鲁克城邦的历史更悠久。在刚果民主共和国尼罗河附近发现了距今约两万年的伊尚戈骨头，人类似乎在狒狒的大腿骨上使用匹配的标记来对应计数。

但是，乌鲁克的符号则更进一步，因为这些符号可被用来追踪计数，可以表达很多的数量，并且可用来表示加减。记住，当时乌鲁克是一个伟大的城市。在这样一个城市中，人们无法自给自足。人们开始进行专业分工。城市里有牧师和工匠，食品的供应来自周围的农村。城市经济有了流通和规划，甚至税收也产生了。因此，出现了世

界上第一位会计，他坐在寺庙仓库的门口，用小的面包代币计算粮袋的入库和出库的情况。

丹尼丝·施曼德–贝塞拉特揭示了一些更为革命性的东西。楔形泥片上的抽象标记具有什么意义？这些标记与代币相匹配。先前的考古学者似乎都错过了它们的相似之处，因为文字作品读起来不像是任何东西的画面：它表达的内容是抽象的。

但是，施曼德–贝塞拉特意识到发生了什么事情。这些字版被用来记录代币的流转情况，而代币信息本身用于记录羊、粮食和蜂蜜罐子的数量。事实上，这样的第一个字版很可能本身就是代币的标识，这是将硬黏土压成软黏土字版后所形成的样子。

而那些古老的会计人员意识到用笔记录标记可能会更简单。因此，楔形文字的本身就成了代表商品符号的格式化图片。这也难怪施曼德–贝塞拉特之前没有人将它们关联起来。所以她立刻解决了这两个问题。那些黏土片刻录的是世界上第一部抽象文字作品吗？这些泥版没有被用来写诗，也没有被用来向远方传递消息。它们被用来创建世界上第一个账户。

世界上第一份书面合同也是如此——由于在已支付的记录与未来支付义务的记录之间只是一个很小的飞跃。将代币和黏土楔形文字组合在一起就产生了辉煌的验证装置：一个名为布拉（bulla）的空心黏土球。在大球的外表，合同各方可以记下义务的细节，包括需偿付的资源。在大球的内部表面，标着代表交易的代币。外面的文字和黏土球内的代币相互验证。

我们不知道这些协议的当事人可能是谁——也不清楚是否是向寺庙缴纳的宗教什一税，或者私人债务。但这些记录有可能是采购订单，或者是复杂城市社会的收据。

这可是社会生活中的一件大事，许多金融交易都是以明确的书面合同为依据，本书中所描述的那些交易，例如保险、银行账户、公开交易股票、指数基金和纸币本身均以合同为依据。书面合同是现代经济活动的命脉，而美索不达米亚的布拉是书面合同存在的第一个考古证据。

乌鲁克的会计也为我们提供了另一项创新。起初，记录5只羊的系统只需要5张单独的绵羊头像，但是那真的很糟糕。一个优秀的系统涉及使用不同数字的抽象符号——五个笔画表示五，一个圆圈表示十，两个圆圈和三个笔画表示二十三。这些数字总是用来表示一些东西：没有“十”——只有10只羊。但是，数字系统的功能足够大，可以表示较大的数量——几百乃至数千。4 400多年前有一次战争的赔偿额是4.5万亿升大麦谷物，或864万古鲁（guru）：这是一笔不可支付的账单——是当今美国每年大麦产量的600倍。但这是一个令人印象深刻的大数字，这也是世界上第一个具有复利的书面证据，但也许这是另一时期的故事。

总而言之，这些是人类文明的一系列成就。乌鲁克公民面临着一个巨大的问题，这也是现代经济至关重要的一个问题——在彼此不了解的人之间如何处理一系列义务和进行长期规划，而这些问题普通人甚至永远也不会遇到。解决这个问题意味着实施一系列辉煌的创新：不仅是第一个账户和第一个合同，而且是第一个数学运算，甚至第一个书写符号。

文字不是普罗米修斯或者托特的礼物。它是因经济的运转——这一非常明确的原因而开发的工具。

24
公钥加密

两位研究生在演讲厅隔壁房间静静站着，倾听教授在会上的演讲。这不合惯例：通常学生也会得到重视，受邀出席。几天前，他们曾经想要出席，但家人劝阻了他们，认为冒这样的风险并不值得。

几周前，斯坦福大学的研究人员收到美国政府一个影子机构的来信，信的内容令人不安。信上说，如果他们公开讨论研究结果，在法律上等同于将核武器出口到国外敌对势力。斯坦福大学的律师可以通过援引《第一修正案》保护言论自由来捍卫任何案件，但大学只能为教授提供法律援助，这就是为什么学生的家长说服孩子们远离是非争议。

美国情报员认为如此危险的研究结果是什么？是否有学生提出读出了天花的遗传密码，或者揭露了涉及总统的惊天阴谋？不，他们准备在听起来乏味的信息理论国际研讨会上，公布公钥加密技术方面的研究进展。

这一年是1977年。如果政府机构成功地让学术密码员保持沉默，互联网可能无法发展成现在的样子。

公平地说，这不是他们的本意，万维网好几年后才出现。这家机构的领导者，海军上将博比·雷·英曼（Bobby Ray Inman）对学者的动机着实感到困惑。在他看来，密码学——对秘密消息发送的研究，只对间谍和罪犯有实际用处。30年前，有杰出学者破解了密码，帮助盟友读出了纳粹的秘密通信，对最终赢得战争功不可没。现在斯坦福大

学的研究人员随意传播信息，可能有助于对手在未来战争中编译出美国无法破解的编码。在英曼看来，这似乎于己不利。

他的关切可以理解。纵观历史，密码学的发展确实受到战争冲突的驱动。2 000年前，恺撒（Julius Caesar）将加密的信息发送到罗马帝国的前哨基地，他提前安排收件人将字母按一定次序排列。例如jowbef Csjubjo，如果将所有字母用其字母表中的前一个字母替换，就会读出“入侵英国”（invade Britain）。

通常解码者不用花太多时间就能破解这种密码，现在的密码最典型的就是数字：首先将字母转换为数字，然后执行一些复杂的运算。收信人需要知道如何解读这些数字，执行相反的运算，这就是所谓的对称加密。这就像用挂锁锁住消息，然后给接收者一把钥匙。

斯坦福的研究人员对加密是否可以不对称颇感兴趣，发送加密的消息给完全陌生、毫无了解的人——并且相信，只有他们才能破译，有这种可能性吗?

听起来不可能，1976年以前，大多数专家会说不可能。不久，惠特菲尔德·迪菲（Whitfield Diffie）和马丁·赫尔曼（Martin Hellman）发表了一篇突破性论文；一年后，赫尔曼通过展示学生的论文，来对抗起诉威胁。同年，在麻省理工学院的三位研究人员——罗纳德·李维斯特（Ron Rivest）、阿迪·萨莫尔（AdiShamir）和伦纳德·阿德曼（Leonard Adleman），把迪菲–赫尔曼理论转化为实用技术。RSA公钥加密算法就是由他们三人姓氏开头字母拼在一起组成的。(注)

学者们认识到，有些数学运算正着算容易，反过来算会很难。取一个非常大的素数——除了它自身和1以外，不能被其他数整除的数，然后再取另一个非常大的素数，将它们相乘。这很简单，可以得到一个非常大的“半素数”，只能被两个素数和1整除的数字。

现在拿这个半素数去测试别人，让他计算该半素数由哪两个素数相乘产生。事实证明，这是非常困难的。

公共密钥加密可以利用这种差异发挥作用。实际上，一般人可以将他的半素数——公钥——出示给任何人看。RSA算法允许其他人使用该号码加密消息，但只能由知道原先两个素数的人解密。这就像是，你可以把已经打开的挂锁交给任何人，让他们给你发送信息，但只有你自己才能打开锁。

在理论上，别人有可能找出正确的素数组合，解密你的挂锁，但其计算量非常之大，恐难以实现。在21世纪初，RSA实验室发表了一些半素数并悬赏看谁能算出产生它们的素数。确实有人把两万美元的奖励收入囊中——但那是在用80台电脑昼夜不停地工作5个月后才计算出来的。长一点的数字，其破译奖品一直无人认领。

难怪英曼上将担心这种知识被美国敌对势力获得，不过他知道一些特务头子不知道的东西。世界在改变，电子通信将变得更为重要。如果没有公民安全通信方式，许多私人部门的交易无法完成。

赫尔曼教授是对的，你每次发送机密工作电子邮件，在线购物，使用银行应用程序，或访问以“https”开头的任何网站时，都能说明这一点。如果没有公钥密码系统，任何人都可以读取你的信息，查看你的密码并复制你的信用卡信息。公共密钥加密也使网站能够证明其真实性——没有它，会有更多的网络钓鱼诈骗。互联网非同寻常，信息安全不再仅仅是秘密机构的事情，它已经成为网上购物安全等日常事务的一部分。

值得称道的是，情报机构觉得教授言之有理。接下来，没有以起诉相威胁，事实上，双方结下了看似不大可能的友谊。不过，英曼上将的担忧也不无道理，公钥密码学确实使他的工作变得复杂化。加密对毒贩、儿童色情作家和恐怖分子同样有用，正如在易趣网购买一些

打印机墨水进行支付时，对你和我来说是一样的道理。从政府的角度来看，理想的情况是加密不会被普通民众或罪犯轻易破解，从而既能确保互联网给经济发展带来便捷，又能让政府清楚看到正在发生的一切。英曼负责的机构被称为美国国家安全局（NSA），2013年，爱德华·斯诺登（Edward Snowden）发布了秘密文件，展示了国家安全局对这一目标的追求。

斯诺登发起的辩论仍在继续。如果不能将加密仅限于好人使用，那么国家应该拥有什么样的调查权力，以及采取哪些保障措施呢?

同时，还有一种技术存在威胁，可能会使公共密钥加密完全失效——量子计算。通过利用在某一量子能级中物质的奇异行为，量子计算机可能比普通计算机更快地执行某些计算，包括取一个大半素数，算出哪两个素数相乘可以得到这个半素数。如果这成为一件容易的事，互联网会变成一本开放的书籍。

量子计算仍处于起步阶段，在迪菲和赫尔曼奠定了网络安全基础40年后，密码专家学者正努力维持它。

---

1. 正如西蒙·辛格（Simon Singh）在《守则》（1999年）中指出的那样，在几年前英国研究政府通信总部（GCHQ）的研究人员实际上已经形成公钥加密技术的关键设想。这项研究被列为机密，直到1997年才解密。

25
复式记账法

1495年左右，天才人物中的翘楚达·芬奇在他著名的笔记本之一中列述了其待办的一组事项。达·芬奇以倒写的方式记录其待办事项，并配有一些草图。这些待办事项件件都非同凡响，比如“找到一个水力学的专家，让他告诉你如何以伦巴第的方式修复一把锁、河道和磨坊”、“问佛罗伦萨商人贝内代托·波尔蒂纳里人们如何能在佛兰德的冰上行走”、“如何看似简单地勾画出米兰城”，等等。

该清单上的事项还包括向大师卢卡（即当今广为人知的卢卡·帕乔利）学习乘法的基本知识。帕乔利是文艺复兴时期的人物，以经商为职业，接受过系统的商业教育；他还是个魔术师、象棋大师、智力拼图爱好者、方济会修士和数学教授。但如今卢卡·帕乔利被誉为有史以来最著名的会计师。

尽管没有创造复式记账法，帕乔利还是经常被誉为复式记账法之父。复式记账系统——如今的威尼斯复式记账（Alla Veneziana），比达·芬奇那个时代还要早两个世纪（大约是公元1300年）就已经使用了。

威尼斯人放弃了不切实际的罗马数字表示法，进而采用阿拉伯数字。他们的复式记账想法也可能来自伊斯兰世界，甚至有可能来自印度，这两个地区都有复式记账法来源的线索，相关技巧可追溯数千年，吸引着我们去深入研究。不过复式记账法也可能是威尼斯当地的发明，为了商业目的而重新使用阿拉伯数学。

威尼斯式记账法产生之前，账目的记录方式还是比较原始。早期的中世纪商人只不过是游走各地的售货商。他们无须记账——只需要简单地检查他的钱包是鼓的还是空的就可以了。封建庄园主需要记录相关费用，但是当时的记账制度过于低级：需要他人管理特定的不动产时，需要向他人支付费用；而管理人会“口头记账”，即向庄园主汇报处理了什么事情以及为此支出了多少费用。这种“口头记账”需由证人（字面的意思是听到口头记账汇报的人）——“审计人”亲耳听到。在英语中，会计语言自然要回归到口头记录的传统。中国人有书面账户，但他们更多地关注官僚机构的运转而不是商业的运转——特别是他们不处理借贷问题。

但是，随着意大利城市的企业规模越来越大、业务越来越复杂，企业也越来越依赖贷款和货币交易等金融工具，也更需要精准的计算。普拉托（位于佛罗伦萨附近）商人弗朗切斯科·迪马尔科·达提尼（Francesco di Marco Datini）就对自己的业务做了非常出色的记录。在近半个世纪的时间里（1366—1410），达提尼详细地记录了其业务收支情况。开始记账时账目粗糙得如同财务日记本，但是由于达提尼的业务变得越来越复杂，他不得不将账目精确化。

比如，1394年底，达提尼从西班牙海岸的马略卡岛收购羊毛。6个月后，羊毛已经剪下，几个月后，29袋羊毛途经巴塞罗那抵达比萨，随后，羊毛被卷成39捆。其中，21捆交给了佛罗伦萨的一个客户，其余18捆于下订单一年后（1396年）被送到达提尼的仓库。在仓库，这些羊毛由100名独立的分包商吹弹、润滑、梳理、纺织、起绒、染色、压实和折叠。最终产品——六条长羊毛面料——途经威尼斯又运回到马略卡岛，但羊毛面料没有在马略卡岛出售，而是被贩卖到瓦伦西亚和北非。该面料约在达提尼订购羊毛4年后（1398年）才出售完毕。

这也难怪达提尼对库存、资产和负债一直忧心忡忡，但始终保持坚定而又清晰的头脑。他责怪一名办事稀里糊涂的同事：“在满满的一

碗牛奶里是看不到乌鸦的！”他还对另外一个人说：“从鼻子到嘴巴，你可能迷失自己！”但是对于手中的财务，达提尼自己并没有迷失方向，因为在订购羊毛的前10年，他已经开始使用最先进的威尼斯式系统。

那么一个世纪以后，备受推崇的卢卡·帕乔利又添加了什么记账知识呢？很简单，在1494年，他写了本书，名字叫《算术概论：几何形状、百分比和比例》。在615张篇幅巨大和密集排版的页面中，他对算术的一切有关知识做了详细的研究。在这本庞大的教科书中，帕乔利用27页的篇幅首次清晰、详细地记述了复式记账法，并附有很多例子，这27页的记述被许多人视为资本主义历史上最具影响力的作品。

对于几何和算术知识而言，它是一本非常实用的书。帕乔利提醒读者，他们正在安特卫普到巴塞罗那沿线一带做生意，但是每个城市都存在不同的风俗习惯。“如果不能成为一个好的会计，”他警告说，“像盲人一样摸索，可能会蒙受很大的损失。”

帕乔利的书正通过一种新技术得以快速传播：在谷登堡发明活字印刷机半个世纪之后，威尼斯成为印刷行业的中心。帕乔利的书在欧洲印刷了2 000册，他的书也被翻译成很多语言版本，并在欧洲全境被大量地传抄。复式记账法通行的速度较慢，因为技术要求很高，小本生意无须采用该种记账法。但是，在帕乔利逝世之后，复式记账法被认为是记账方式的顶峰。随着工业革命的展开，帕乔利阐述的法则已经被证明是商业生活中不可或缺的一部分；世界各地使用的会计制度实质是帕乔利阐述过的制度。

那么这个制度究竟是什么？实质上，帕乔利的制度有两个关键要素。首先，他叙述了登记库存的一种方法，即在日常交易结束时准备两本账本——一本粗略记述的备忘录和一本更整洁、系统性更强的分类账。其次，他还准备了第三本账本——总分类账——作为复式记账这一账务制度本身的基准。如果你用达克特（欧洲古代贸易专用货

币）出售布料，你必须记下布料以及达克特的数量。复式记账制度有助于发现错误——因为每个条目应该与对应的账目相平衡。而这种平衡、这种对称性似乎是神圣的——对文艺复兴时期的数学家来说具有很大的吸引力。

正是在工业革命期间，复式记账不仅仅被视为数学完美主义者的练习，而且被视为指导实际业务决策的工具。第一批看到这一点的人当中就有陶器企业家乔赛亚·韦奇伍德（Josiah Wedgwood）。起初，韦奇伍德因商业成功和丰厚的利润而忘乎所以，因此不愿意准备详细的账目。但在1772年，欧洲面临严重的经济衰退，市场几乎丧失了对韦奇伍德华丽陶器的需求。他的仓库开始堆满了未售出的存货，他的工人无事可干。他应该如何应对这场危机?

面对这场危机，韦奇伍德转而采用复式记账法，以便清楚地了解哪些业务产生了利润以及如何扩大利润。他意识到每件产品花费了多少钱——一个简单扼要的问题，并且计算出他应切实地扩大生产、降低价格以赢得新客户。此外，他还采用了其他的办法应对危机，因此“管理会计”学科也诞生了——它是一个不断增长的指标、基准和目标体系，使我们不可阻挡地迈向现代世界。

但是在现代世界，会计账目确实还扮演着另外一个角色。它不仅仅是为了确保基本义务的履行，也是债权和债务的清单。但会计账目不涉及威尼斯商人对其业务的掌握程序，也与陶器制品的巨头试图处理好其生产成本无关。它确保股东公平地获得业务中的利润——只有会计人员才能说出真正的利润是多少。

而近年来的记录却没有提振人们的信心。21世纪的一系列丑闻——安然、世通、帕玛拉特等事件，特别是2008年的金融危机——告诉我们，经审计的账户并不能完全保护投资者。企业可能因欺诈或管理不善而处于崩溃的边缘。然而我们不能保证账目会给我们警示危险。

会计欺诈不是一个新游戏。铁路公司是最需要大量资本投资的公司之一，需要尽可能多地筹集大笔资金。不幸的是，并不是每个人都能从这些远程投资中获得像科尼利厄斯·范德比尔特一样丰厚的收益。英国在19世纪30年代和40年代经历了“铁路运动”。许多投机者将其储蓄投资到拟建的但或许不会带来可观收益的新铁路当中，或者在某些情形下这些铁路根本不会建造。当铁路公司无法偿付期望的股息时，它们简单地伪造账户使泡沫膨胀。作为实物投资，铁路是一场胜利，但作为一个财务平台，它们往往是一场灾难。到1850年，铁路股票和债券的泡沫在愚昧中破碎了。

铁路投资者应该阅读过杰弗里·乔叟的文章，乔叟是普拉托商人弗朗切斯科·达提尼同时代的作家。在乔叟的《水手的故事》中，一位富有的商人被记账的事缠住无法分神，甚至连牧师勾引自己的妻子都没注意到。那些账目也没有把他从胆大妄为的骗子那里拯救出来：牧师向商人借钱，把借来的钱又交给商人的妻子，这样等于用她丈夫的钱买她上床，之后牧师又告诉商人已经还清债务，只需问他妻子钱在哪里即可。

会计学是一项强大的金融技术，但它并不能保护我们免受所有的欺诈，并且能诱使我们骄傲自大。被冷落的妻子抱怨她富有的、整天就知道做账的丈夫：“魔鬼带来了所有这样的算计！”

26
有限责任公司

尼古拉斯·默里·巴特勒（Nicholas Murray Butler）是他那个时代的思想家之一，还是哲学家、诺贝尔和平奖得主、哥伦比亚大学校长。

在1911年，有人问巴特勒，工业时代最重要的发明是什么。也许是蒸汽吧？电？不，他说："这些发明如果缺少一样东西，都会失效。"他把这东西称为"现代最伟大的单一发现"。什么东西？有限责任公司。

说公司被"发现"会有点怪怪的，但它并非凭空出现。"组建"（incorporate）一词意味着有具体形式，而且是合法形式。在法律层面，一家公司与拥有、运行或为之工作的人员是不同的。

这就是立法者不得不思考的一个概念。如果没有法律规定公司可以做某些事情——如拥有自己的资产，或者签订合同，公司这个词就毫无意义。

古罗马有现代公司的前身，但是现代公司最直接的前身于1600年新年前夕诞生于英国。在那时候，创建一家公司并不仅仅是提交一些常规的表格——申请一个皇室执照。不能将做生意和获得利润的目标混合在一起，公司章程明确地规定允许做什么，而且规定其他人不允许这样做。

法律机构授权一家股东包括218名商人的商家，新年前夕必须处理完好望角东部所有英国海运贸易。最重要的是，与往常不一样，执照授予这些商家有限责任公司行为。

为什么这么重要？因为如果不这样，投资者就需要对企业所做的一切负责。如果你出资组建的一家企业负债累累，无法偿还，债务人会追在你后面跑——不仅仅追讨资金，而且要你付出拥有的一切。

这值得考虑：如果你知道你会失去一切，甚至锒铛入狱，那么你还会愿意投资哪家企业呢？也许企业主是亲密的家庭成员、值得信赖的朋友，或很熟悉的人，这样你可以经常看到他们，注意到他们是否形迹可疑。如今投资的方式——购买公司股票，可能永远不会见到经理，这在当时是不可想象的，所以严重限制了企业可能增加的资本数量。

早在16世纪，这可能不是什么大问题，因为大多数企业是本地私人企业。女王伊丽莎白创建的东印度公司，要处理英国与半个世界的贸易，因此各种事务会非常烦琐。在接下来的两个世纪里，它变得看上去更像一个殖民政府，而不是贸易公司。在高峰期，它统治了9 000万印度人，雇用了20万士兵，组成了行政机构，发行了自己的货币。

有限责任的想法开始兴起。在1811年，纽约州提出，有限责任不是皇家特权，而是适合任何一个制造公司。其他国家纷纷效仿，包括世界最大的经济体——英国，也从1854年开始采纳。不是每个人都赞成：《经济学人》杂志对此嗤之以鼻，指出如果人们希望有限责任，可以通过私人合同达成一致。

19世纪的工业技术，例如铁路和电网，需要大量资本。这意味着要么采取大规模政府项目形式——那时候不流行——要么是组建有限责任公司。有限责任公司证明了自己的价值。不久，《经济学人》就改口说，那些默默无闻的有限责任发明者理应进入瓦特、史蒂芬森和其他工业革命先驱们组成的名人堂。

铁路的狂热投资表明，有限责任公司也存在问题。其中一个问题在现代经济思想之父亚当·斯密看来是显而易见的。在1776年的《国富

论》中，斯密驳斥了职业经理人在照顾股东的钱方面做得很好的观点：“不能指望他们会像私人合伙公司的合伙者一样时刻警觉、谨慎地经营着自己的财富。”

理论上，斯密是正确的。总是会有诱惑使经理们玩弄投资者的钱，因此已有公司治理方面的法律来保护股东的利益，但我们已经看到这并不总是能成功。

公司治理方面的法律本身会造成紧张。想想“公司社会责任”这一时髦的概念，即公司向慈善机构捐款，或以高于法律的要求决定接受劳工和环境标准。在某些情况下，这是品牌建设的明智之举，并会促使销售额提高。但也许会产生另一种情况，经理会用股东的钱去享受其带来的社会地位或安静生活。为此，经济学家米尔顿·弗里德曼认为，“企业的社会责任就是增加利润”。如果合法且能赚钱，它们就应该去做。如果人们不喜欢它，不要责怪公司——去修改法律。

问题是，企业也可以影响法律。它们可以资助说客，可以为候选人的竞选运动提供捐助。东印度公司很快就意识到了与英国政治家保持良好关系的价值，一旦公司陷入困境，政治家就会适时提供救助。例如1770年孟加拉地区的饥荒影响了公司的收入，英国立法者为了防止其破产，免除了茶叶出口美国殖民地的关税。

这也许是短视行为，最终导致了波士顿倾茶事件和《美国独立宣言》，可以说美国的诞生得益于政治家对公司的过度影响。

今天的企业力量更大，原因很简单：在全球经济中，企业可能会将威胁转移到海外。海运集装箱和条形码为全球供应链提供了支撑，使企业能够在任何地方发挥功能。东印度公司的要求让英国立法者逐渐感到厌烦，它也受到了制裁——1874年，执照被撤销。与现代跨国公司打交道的政府，在对公司施加影响时需更加谨慎。

我们经常认为自己生活在一个自由市场资本主导的世界，很少有人会想回到斯大林时代，由等级制度而不是市场经济的命令决定生产什么。然而，等级制度，而不是市场，正是公司内部做出决定的方式：接待员或应付账款文员做出决定时，他们不会因为大豆的价格上涨调整价格，而是服从老板的指令。在美国——自由市场资本主义的堡垒，大约一半的私营员工在规模至少为500人的公司工作。

有些人认为，公司规模、影响力已经发展得过于庞大。在2016年，皮尤研究中心在美国人中进行调查，让他们选择：目前经济体系是“普遍公平”，还是“不公平，偏袒强大的利益集团”。调查结果为1:2，认为不公平的占比更高。甚至《经济学人》也担心，监管机构现在过于谨小慎微，不愿让市场主导的公司进入健康竞争的浪潮。

所以担忧的事情很多，但在担忧的同时，也要记住有限责任公司为我们带来的一切。帮助投资者集中资本而无须承担不可接受的风险，使大型工业项目、股票市场和指数基金成为可能，在现代经济中发挥了基础性作用。

27
企业管理咨询

地点：印度孟买附近的纺织厂。

时间：2008年。

现场情况如何？一片混乱。垃圾堆积在建筑物外面，体积几乎和建筑物里面堆放的杂物一样大。那可是一堆堆的可燃性物品，装载化学品的容器也没有任何盖子封闭。纱线的凌乱状况也好不了多少，但纱线至少是捆绑在一起并在白色塑料袋内保存着，而库存物品一堆一堆地散落在车间内，没有做任何标记。

在印度纺织企业里，以上现象很普遍，这样的管理状况也为我们创造了商机。由斯坦福大学和世界银行联合组建的研究小组即将开展一项新的实验：他们将派一个管理顾问团队来整顿一些管理不善的公司。他们会跟踪这些制造企业获得利润时发生了什么事情。研究小组将严格地开展随机对照试验，最终还会告诉我们是否值得付费取得管理顾问的服务。

多年来，企业怀着疑虑的心态经常提出这个问题。如果管理者声誉不佳，那我们告诉管理者如何管理时，应该扮演什么样的角色更好？设想一下担任管理顾问时，我们头脑里会想到什么？也许一位年轻的衣着干练的毕业生，认真地打着手势展示PPT项目列表演示文稿，内容则是“全方位设想如何提交以客户为中心的可交付成果”。

好的，我从在线随机流行语生成器那里得到了相关提示。而你可能得到这样的想法。对通过偿付高昂的固定费用来获得咨询服务，业

界本身也举棋不定，认为这样做要么毫无意义要么只得到常识性的指导。引荐顾问的经理往往要承受盲目行动的指责，还得默默地承认自己的无能或者要求其他人对不适宜的决定负责。

不过，这的确是很大的事情。在斯坦福大学和世界银行启动印度产业研究一年之后，仅英国政府就为企业管理咨询花了18亿英镑，而全世界的咨询公司向客户收取了约1 250亿美元的费用。

这个奇怪的产业是如何产生的呢?

它的来源比较高贵：经济变革带来新的挑战，有远见的企业人士提供应对变革的解决方案。19世纪晚期，美国经济正在迅速扩张，得益于铁路交通业和电报业的发展，企业咨询服务也在整合当中，业务在逐渐扩展到全国，而不是局限于本地服务。公司所有者开始意识到，如果能够占据国内经济发展的新舞台，公司就能收获巨大的回报。于是企业之间开始了前所未有的并购和整合浪潮：公司之间互相吞并，由此形成一批批家喻户晓的大企业——美国钢铁、通用电气、亨氏公司、美国电话电报公司等。有的大企业雇员多达10万人。众多的企业员工对企业构成挑战：以前没有人试图管理这么庞大的机构。

在18世纪末，乔赛亚·韦奇伍德表示，复式记账技术可以帮助企业主了解哪些业务是赚钱的，以及企业可以采取什么措施来增加收益。但是，如果要利用账目对大公司实施管理，我们需采用新的方法。

詹姆斯·麦肯锡（James McKinsey）年轻的时候就被聘为会计学教授，他在会计学领域取得了突破性成就。1922年，他所著的《预算控制》一书出版，书的标题并没有让人觉得惊世骇俗，但对于美国企业来说，《预算控制》带来革命性的转变。麦肯锡不是用传统的历史账目来描绘企业过去一年来一直做的事情，而是提出为可想象的企业未来规划会计账目。这些未来的会计账目将按部门制订业务计划和目标。之后，当实际账目做好后，就可以将其与规划的账目进行比较，

然后再进行修改。麦肯锡的方法帮助管理者管控企业，为企业未来规划蓝图，而不是简单地回顾过去。

麦肯锡可是个大人物，身材高大，喜好咀嚼雪茄，对医生的健康建议常常是置若罔闻。他的观点迅速被企业所接受，在20世纪30年代中期，企业以每天500美元的费用获得他的服务——当时的500美元在今天约为2 500美元。而且，由于过于忙碌，他不得不雇用了一些员工。如果麦肯锡不喜欢他们写的报道，他会把它们扔在垃圾桶里。他告诉客户："我必须与你们友好相处，但无须与你们这些浑蛋搞好关系！"

48岁的时候，詹姆斯·麦肯锡死于肺炎。但是在他的副手马文·鲍尔（Marvin Bower）领导下，麦肯锡公司快速发展。鲍尔是一个比较特别的人，他坚持要求属下的男员工须穿着黑西装、白色立领衬衣，直到20世纪60年代他才允许他们戴帽子。在马文·鲍尔眼里，麦肯锡公司不是一家公司，而是一家"事务所"。最终，它被简称为"事务所"。达夫·麦克唐纳（Duff McDonald）写了事务所的历史，认为它倡导的科学管理手段改变了商业世界，事务所也被誉为世界上最佳的精英雇主。麦肯锡事务所青年常春藤联盟经常将精英成员空降到世界各地的公司，《纽约客》杂志将其描述为"商业哲学家之王"的特警队。

我们再深入一下这个话题，为什么公司的所有权人直接聘用独立研究科学方法的经理人呢？在大多数情况下我们不会雇人做事，还高薪聘请顾问来告诉他们如何去做。为什么像麦肯锡这样的公司能在经济生活中扎根呢？

有些解释出乎我们的意料：政府监管机构为它们提供了机会。1933年《格拉斯–斯蒂格尔法案》是美国财政法规中一部影响深远的法律。该法案的许多条款强制投资银行对其正在实施的经纪交易展开独立的金融研究；由于担心利益冲突，《格拉斯–斯蒂格尔法案》禁止律师事务所、会计师事务所和银行自己开展这项工作。实际上，《格拉

斯– 斯蒂格尔法案》使得银行聘请管理顾问成为法律要求。为了便于后续行动，1956年，司法部门禁止新兴的电脑巨头IBM就如何安装或使用电脑提供建议，这又给企业咨询提供了另一个商机。

最大限度地减少利益冲突是一个崇高目标，但实现这个目标困难重重。离开事务所几年后，长期执掌麦肯锡事务所的顾磊杰（Rajat Gupta）因内幕交易被定罪和监禁。在斯基林悄悄地退居幕后之前和安然倒闭之时，麦肯锡事务所也以高薪聘用了安然的前CEO（首席执行官）杰夫·斯基林，而斯基林随后被定罪入狱。

这就是管理咨询者的另一个观点：管理思维一直在不断演变，由此或许值得将业外人士定期引入这个领域以激发新思维？这样做显然会有新思维产生，但通常不会有所成就。相反，顾问们不断发现新的问题，以证明他们被继续聘用的价值——就像水蛭一样，一直使自己附在其他生物的身上，永不放弃。这是一个被称为“土地和扩张”的战略。英国政府的一个部门最近承认，多达80%的所谓临时顾问在那里工作了一年多，有些长达9年。无须多说的是，将他们聘为公务服务人员会节省很多费用。

毫无疑问，咨询公司会说，他们的专业技能值得纳税人为此付费。我们回到印度看看随机对照试验。世界银行聘请了全球咨询公司埃森哲，对孟买的一些管理混乱的纺织厂进行调查，制定了新的例行措施：预防性维护、妥当地做出记录、系统性地存储备件和维持库存以及记录质量缺陷。这些措施有效吗？

这些措施当然有效。生产力提升了17%，效率的提升足以支付埃森哲的咨询费用。如果这项研究的结论是对企业管理咨询怀有厌恶的心态总是不合时宜的，我们应该否定这样的结论。毕竟，正如充斥大量行业术语的PPT演示文稿所说的那样，这些工厂是“容易摘到的水果”。不过这至少可以用科学来证明，生活中也经常这么做。当我们谦虚而又切实地执行某些想法时，它确实可以带来收益。

28
知识产权

1842年1月，查尔斯·狄更斯第一次抵达美国海岸。在马萨诸塞州的波士顿，他像摇滚明星一样受到人们的欢迎，但伟大的小说家是肩负着一大任务来到美国的。当时由于美国不对外国人提供版权保护，所以市面上有许多狄更斯的盗版书籍，盗版者也不会受到惩罚。为此，狄更斯来到美国是为了终结这些印刷粗糙、价格低廉的盗版书籍。在给朋友的一封抱怨信中，他认为这种盗版情形形同遭到抢劫，然后穿着怪异的衣服游街。“除了被抢劫和劫掠之外，作者还被迫身穿粗俗服装在狠毒的公司亮相——孰能忍受？”这的确是一个贴切而又生动的比喻。在狄更斯看来，处于这样的情形之下，一个人还会有什么其他期待？但事实是，狄更斯所要求的情况——对可能被随意抄袭和改编的创意给予法律保护——从未如此明确。

专利和版权享有垄断得益，垄断可不是个好消息。狄更斯的英国出版商为了尽可能从《荒凉山庄》的出版中获得收益而抬高书籍的价格，而手头拮据的文学爱好者不得不舍弃购买书籍。

这些潜在的丰厚利润激励人们创作。狄更斯花了很长时间才写完《荒凉山庄》。如果其他英国出版商能像美国人一样剥夺著作的版权，也许他不会受到激励而创作。

所以知识产权体现了经济上的权衡——一种平衡的法则。如果创作者能获得丰厚的收益，那么好的创意就需要太长的时间来复制、改编和传播。如果创作者缺乏激励，那么我们根本看不到好的创意。

人们也许希望仁慈的技术官僚会认真权衡这种交易，但这种权衡一直都具有政治色彩。在19世纪，英国法律制度严格保护英国作家和英国发明家的权利，因为英国当时仍然是世界文化和科技创新的大国。但在狄更斯所处的时代，美国文学和美国的创新还处于起步阶段。其时，美国正全面地复制欧洲的经济模式，所以想用最低的代价获得欧洲可以提供的最佳创意。美国的报纸充斥着为人所不齿的抄袭——同时对狄更斯先生的介入还口诛笔伐。

几十年后，当美国作家和发言人用更强大的声音发表讲话时，美国立法者开始越来越倾向尊重知识产权。曾经反对版权的报纸开始依赖于版权的保护，在狄更斯于美国发起版权保护运动的半个世纪之后，美国终于在1891年开始尊重国际版权。我们也可以期待今天在发展中国家看到类似的变化：它们盗用别人的创意越来越少，自己的创意越来越多，对它们自己创意的保护越来越强。在很短的时间内知识产权保护取得很大进步——1991年，中国终于有了自己的版权制度。

同许多现代制度一样，现代形式的知识产权起源于15世纪的威尼斯。威尼斯人设置专利制度显然是鼓励人们创新。他们适用一贯的规则：如果发明有用，发明人将自动获利；该专利是有期限的，但在专利的存续期间内，专利权人可以将专利出售、转让乃至继承；如果专利未被利用，该专利将被废除；如果经证实发明是基于之前已有的创意，该专利无效。以上这些规定都是现代专利法中通行的做法。

很快他们就遇到了很具有现代性的问题。例如，在英国工业革命期间，伟大的工程师詹姆斯·瓦特（James Watt）想出了改良蒸汽机设计的方法。他花了几个月的时间制作一台原型机，然后付出更大的努力去获得专利。他的一位颇具社会影响力的商业伙伴马修·博尔顿（Matthew Boulton）甚至是在向议会游说之后才获得了专利。博尔顿和瓦特利用专利来提取许可费用和压制对手——例如，乔纳森·霍恩布

洛尔（Jonathan Hornblower）制造了一台质量更优的蒸汽机，但最终因侵权被监禁，并因此破产了。

打压对手的细节可能有不光彩的一面，但瓦特的著名发明值得这样保护吗？也许并不值得。经济学家米歇尔·博尔德林（MicheleBoldrin）和戴维·莱文认为，真正使蒸汽动力产业得以阔步前进还是瓦特的专利失效以后的事。1800年，随着竞争对手方的发明者披露了已经搁置多年的创意，蒸汽动力产业才迅速发展。一旦不能再起诉这些竞争对手，博尔顿和瓦特又会做些什么呢？不管怎么说瓦特也富裕起来了。他们把注意力从诉讼转向生产世界上最好的蒸汽机。他们一直维持产品的高价位，订单也源源不断。

如此说来瓦特的专利实际上并没有推动蒸汽机的改进，而是延缓了改进。然而，自博尔顿和瓦特所处的时代起，知识产权保护的代价越来越高昂。版权保护的期限越来越长，比如美国最初的保护期限是14年，可以再延续14年，现在美国的版权保护期限是作者死亡70年之后，通常都享有一个世纪的保护。专利的范围也得到扩展，模糊的创意就有可能获得专利。例如，亚马逊的“一键式”美国专利，它保护在互联网上通过只点击一个按键就购买产品这一不完美的激进创意。现在美国知识产权制度具有全球影响力，这归功于美国往往将知识产权规则纳入“贸易协定”当中。而越来越多的事物属于知识产权的范围，例如植物、建筑物、软件，甚至连锁餐厅的外观都被知识产权所涵盖。

很难证明知识产权的保护范围为什么要扩大，但这一点也容易解释：知识产权对其所有人非常有价值，因此，所有人需要付出昂贵的律师费和游说费来制止侵权。同时，限制知识产权使用的费用也普遍存在，只是很多人没有意识到而已。像马修·博尔顿和查尔斯·狄更斯这样的人有很大的动机来积极地游说制定更严厉的知识产权法——而蒸

汽机和《荒凉山庄》的买家不可能组织强大的政治运动来反制该法律的制定。

经济学家博尔德林和莱文对这个问题进行了彻底的回应：完全废弃知识产权。毕竟，发明事物有其他奖励——比竞争对手获得“先发”优势，能建立强大的品牌，或更深入地了解产品的工作原理。2014年，电动汽车公司特斯拉公开了专利档案并且努力将其运用到整个行业，特斯拉也认为它们将从中受益。

对于大多数经济学家来说，完全废除知识产权的想法走得太远。他们指出一些重要案例——例如新药发明，研发费用巨大，而盗版的成本微乎其微。但是捍卫知识产权的人往往还认为保护的范围太宽泛、时间太长并很难提出异议。对作者和发明者范围更窄、时间更短的保护将有助于恢复利益的平衡，并且仍然有很多激励措施鼓励开发创意。

查尔斯·狄更斯自己最终发现，薄弱的版权保护也有提升经济利益的一面。在首次访美25年之后，狄更斯再次回到美国。他的家庭花费巨大，他不得不出去赚钱。狄更斯琢磨着许许多多的人阅读过他的廉价盗版小说，他可以依靠自己的声名去各地演讲捞金。他做得太对了：在他盗版作品的背后，狄更斯通过公开演讲赚了很多钱，换算成今天的数额达几百万美元。或许有时放弃知识产权也是值得的。

29
编译器

1，0，0，0，1，0，1，1。0，1，1……

这就是电脑的语言。电脑所做的每一件聪明的事情——打电话、搜索数据库、玩游戏——都可以归结到1和0。听起来不可思议，实际上半导体芯片上的微小晶体管要么有电流要么没有电流通过。0或1仅表示当前是关闭还是开启。

幸运的是，我们不需要以0和1这样的方式对计算机进行编程。设想一下如果这么做将是多么困难。比如，Microsoft Windows（微软的操作系统）在我的硬盘驱动器上占用了20G的空间，这是1 700亿个1和0。如果打印出来，A4纸堆叠的高度是4千米。现在想象一下你必须通过这些页面，手动设置每个晶体管。我们或许会轻视这样操作的烦琐性：晶体管尺寸只有几十亿分之一米，如果翻转每个开关需要一秒钟，安装Windows需要5 000年！

早期的计算机真的需要像这样编程。比如自动序列控制计算器，后来被称为哈佛马克1号。它由轮、轴、齿轮和开关串联而成，长度为15米、高度为2.5米。它含有530英里（852.95千米）长的电线。这些电线按着一卷穿孔的纸带（如同自动演奏的钢琴）的指令缠绕。如果要计算一个新的方程式，你必须弄清楚哪些开关应该是开或关，哪些电线应该插在哪里。然后你必须翻转所有的开关，插上所有的电线，并在纸带上打上所有的孔。如何对它们进行编程也是数学天才绞尽脑汁才能应对的挑战；同时这也是乏味、重复、容易出错的体力劳动。

哈佛马克1号诞生40年后，像Commodore 64（康懋达64）这样更简洁、对用户更友好的机器正在进入学校。如果你与我年龄相仿，你可能会记得童年时刻打的这些字：

10 print ‘hello world’

20 goto 10

而且，看！“hello world”将以短粗的字体、低分辨率的文本填满整个屏幕。你已经在电脑里植入了能识别、肉眼可视的词汇——并且电脑也已经理解了。这似乎是一个小小的奇迹。如果你问为什么电脑自哈佛马克1号以来取得了这么大的进步，原因之一就是组件越来越多。但是，如果程序员无法用类似人类的语言编写Windows等软件，并将其转化成0和1、有电流或无电流，很难想象电脑能有如此进步。

开始使语言能编程的东西被称为编译器。编译器的故事开始于名叫格雷丝·霍珀（Grace Hopper）的女性。

现在有很多如何让更多女性投身于技术行业的讨论。1906年，格雷丝出生时，职业市场上没有多少人关心两性平等。幸运的是，格雷丝遇到了一个好父亲——人寿保险公司的经理，他并不认为女儿应该比儿子接受少得多的教育。格雷丝上了一所好学校，数学成绩非常优异。由于她的祖父是海军少将，她的童年梦想是加入海军，但女孩不准在海军服役。她只好成为一名教授。

1941年，日本偷袭珍珠港将美国拖入第二次世界大战，才能优异的男性都被调走了，海军开始征召妇女，格雷丝立即报名加入海军。

如果你想知道海军拥有数学家有什么用处，那你就想想如何瞄准导弹吧。你应该在什么角度和方向上射击？当然答案是取决于许多因素：目标的远近、空气温度和湿度、风速和风向。所涉及的计算并不

复杂，但是对于人类（有纸和笔的人）这个“计算器”来说，计算过程很费时（也许有一个更快的方式）。作为一名海军中尉（初级军衔），霍珀于1944年毕业于海军学校，当时海军对哈佛大学霍华德·艾肯设计的哈佛马克1号很感兴趣，虽然很笨拙，但海军看好它的潜力，于是派遣霍珀协助艾肯。

艾肯不乐意有一名女性加入队伍，但霍珀很快给他留下了深刻的印象，他要求她写操作手册。操作手册所涉及的内容应该包括大量的试验和错误。哈佛马克1号多半会在启动之后很快停止，并且没有人性化的错误消息。有一次由于飞蛾飞进机器，随即现代术语“调试”（debugging）也产生了。通常错误只是个比喻义——一个开关错误地翻转，纸带中也有错误的钻孔。检测工作既辛苦又很乏味。

霍珀和她的同事开始用笔记本记录经过验证可重复使用的代码。到1951年，电脑已经进步到足够存储这些数据块——在自己的内存系统中它们被称为“子程序”。然后，霍珀在一家名叫雷明顿·兰德（Remington Rand）的公司工作。她试图说服雇主让程序员用熟悉的词汇来调用这些子程序——比如说“从付款中扣除所得税”，以替代像霍珀现在做的那样，试图用八进制代码或各种符号来书写程序。

霍珀后来声称：“由于他们不像我一样那么懒惰，没有人比我更早考虑这种事情。”其实这只是自嘲——她工作之卖力在圈内人人皆知。但也必须提及一个核心：霍珀所述的“编译器”创意涉及利益权衡。它使编程更快，但是由此产生的程序会运行得更慢。这就是为什么雷明顿·兰德公司不感兴趣。每个客户对全新计算机都提一些定制要求。雷明顿·兰德公司有理由认为公司的专家将尽可能高效地对数据进行编程。

霍珀没有气馁，她在业余时间写下了第一个编译器。而其他人乐于知道编译器能在多大程度上帮助他们更清晰地思考。霍珀的一位客户——名叫卡尔·哈默的工程师令她印象深刻，他使用编译器来解决他

的同事们几个月来一直在努力解答的方程式——他写了20行代码，并在一天之内解决了这个问题。美国各地志趣相投的程序员开始发送霍珀的新代码块；她将代码块添加到下一个版本的库中。实际上，她正独自开发开源软件。

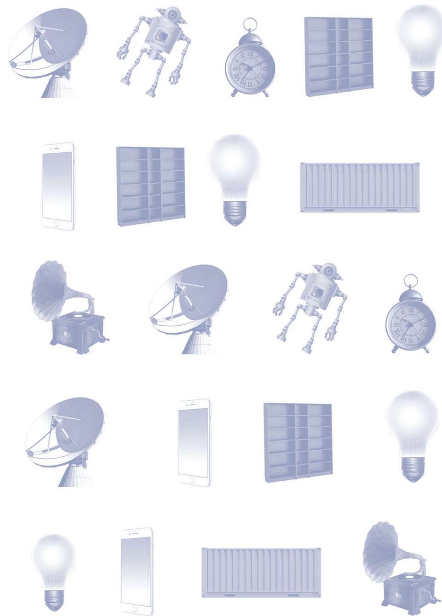
霍珀的编译器演变成了第一个编程语言——COBOL；更为重要的是，它为区分现今硬件和软件奠定了基础。使用像哈佛马克1号这种类型的机器，软件即是硬件；没有交换器也可以在其他机器上工作，并且连接方式完全不同。但如果一台计算机可以运行编译器，电脑也可以运行任何使用它的程序。

因此，越来越多的抽象层将人类程序员与物理芯片的实体分开。每个人都沿着霍珀所意识到的方向实施进一步的行动：将程序员的脑力从开关和电线中解脱出来，用来思考概念和算法。

霍珀对同事们为何抵制实施她的想法有自己的看法，这不是因为他们更在意让程序运行得更快，而是他们乐于享受自己的超乎寻常的声望：唯一能代表刚刚购买电脑的凡夫俗子与神一般的电脑交流的人群。霍珀称他们为“大祭司”。

霍珀认为任何人都应该能够编程，而现在任何人都可以。电脑因为有了编译器而更加实用。

V
创意从何而来



创新究竟是如何产生的，许多图书试图回答这一难题。答案五花八门。

乔尔·莫克（Joel Mokyr）的《文化增长》（*A Culture of Growth*）关注社会背景的巨大力量。莫克强调了启蒙欧洲的政治分裂，这使得知识分子可以自由流动，逃避迫害和寻求庇护。

史蒂文·约翰逊的书《伟大创意的诞生》将镜头拉得更近，关注交流思想的人际网络，从17世纪50年代的咖啡屋到今天的硅谷。基思·索耶的《创造性：人类创新的科学》（*Explaining Creativity*）看

得更细致，借鉴了神经科学和认知心理学的思想。关于这个问题还有无数其他的观点。

这本书并不关注发明如何形成的问题——更感兴趣的是发明对我们周围社会和经济结构的影响。关于发明的来龙去脉，前面我们已经了解到很多。有需求驱动的发明：我们不知道谁发明了犁，但我们知道这是对不断变化做出的回应——游牧民族并没有突然发明技术，然后为了使用它而实行农业生产。另一个例子是铁刺网：每个人都可以看到对它的需求。约瑟夫·格利登制作了最实用的版本，但我们对制作过程的细节知之甚少。看似平淡无奇，设计似乎也无任何过人之处，只是格利登第一个将其付诸实践。

另一方面，还有供给推动的发明。贝蒂·克罗宁就职于斯旺森公司，该公司在二战期间给美国军队提供配给，因此赚了一大笔。现在它有了能力和技术，需要找到新市场：冷冻快餐便是它追逐利润的结果。

类似的发明还有：谢尔盖·布林、拉里·佩奇从学术引用中获得灵感，开发了他们的搜索算法；约瑟夫·伍德兰德开发了条形码，他的手指划过沙子，思考莫尔斯电码。

据说，条形码本身多次被独立发明出来。症结在于美国零售业的内部政治。这提醒我们，发明远非发明本身那么简单。说麦克莱恩发明了“集装箱”，并没有错，但描述他在集装箱系统飞速发展过程中遇到的障碍更有启发意义。

事实是，即使是某一单项发明，也往往很难确定应该归功于某一个人——更难找到一个所有的创意完美结合的最后“欢呼”时刻。

30
苹果手机

2007年1月9日，这个星球上最具标志性的企业家发布了一款新产品——后来成为历史上最赚钱的产品。

这款产品就是苹果手机。苹果手机对现代经济的影响是多方面的。首先，当然是这东西的纯利润：事实上，世界上只有两到三家公司赚的钱和苹果在智能手机上所赚的一样多。其次，它创造了一种新的产品类别：智能手机。苹果手机以及后来的效仿者创造的这种产品，十年前并不存在，现在却成了大多数人渴望的对象。苹果手机还改变了软件、音乐和广告等其他市场的模式。

但这些只是苹果手机的显而易见的影响。深入其中，你还会发现更多令人惊讶的故事。

我们敬重史蒂夫·乔布斯和苹果公司的其他领导人物——早期的合伙人史蒂夫·沃兹尼亚克，继任者蒂姆·库克，目光长远的设计师约翰·伊夫。然而，这个故事中最重要的一些角色已经被遗忘。

问问自己：什么使苹果手机成为苹果手机？部分原因是超酷的设计、用户界面、软件运行方式和硬件触感方面的细节。但是，苹果手机的迷人外表之下，一些关键要素使它和所有其他智能手机成为可能。

经济学家玛丽安娜·马祖卡托（Mariana Mazzucato）列出智能手机运行的12项关键技术。一，微处理器；二，内存芯片；三，固态硬盘；四，液晶显示器；五，锂电池。这些是硬件。

然后还有网络和软件。

所以，接下来还有，六，快速傅立叶变换算法。巧妙的数学运算，可以迅速地将模拟信号，如声音、可见光和无线电波转换成计算机所能处理的数字信号。

七——你可能听说过——互联网。没有互联网的智能手机不是智能手机。

八，HTTP（超文本传输协议）和HTML（超文本标记语言），将难以使用的互联网转变为易于访问的万维网语言和协议；九，移动网络，否则你的智能手机不仅不聪明，甚至根本不是手机；十，全球定位系统（GPS）；十一，触摸屏；十二，苹果语言助手（Siri），语音激活的人工智能代理。

所有这些技术都是苹果手机或任何智能手机实际运行的重要组成部分。它们中有些不仅重要，而且不可或缺。但是，玛丽安娜·马祖卡托在列举这一系列技术列表时，回顾了历史并发现了一些惊人的事情。开发苹果手机最重要的人物不是史蒂夫·乔布斯，而是山姆大叔[注]。这12项至关重要的技术的每一项都得到了政府——特别是美国政府——的大力支持。

其中有些众所周知。比如很多人都知道万维网的出现归功于蒂姆·伯纳斯–李（Tim Berners-Lee）的工作。伯纳斯–李是欧洲粒子物理研究所（日内瓦）粒子物理研究中心的一名软件工程师，该中心由欧洲政府资助。而互联网的前身为阿帕网——美国国防部在20世纪60年代早期资助的史无前例的计算机网络。当然，GPS是一种纯粹的军事技术，在冷战时期发展起来，直到20世纪80年代才开始民用。

其他一些虽名气不大，但重要性毫不逊色。快速傅立叶变换是一种算法系列，可以从电话、电视和留声机通过模拟信号运行的世界，

转移到一切都数字化的世界，因此可以由苹果手机等电子设备进行处理。

这套算法中有一种最为常见，是受到美国伟大数学家约翰·图基（John Tukey）的启发而产生。当时图基在做什么工作？你猜到了：军事应用。具体来说，1963年他在肯尼迪总统的科学咨询委员会时，试图找出苏联会在什么时候试验核武器。

没有触摸屏的智能手机不能称为智能手机——但触摸屏的发明者是名为E. A. 约翰逊的工程师。

他的初步研究是在被英国政府命名的皇家雷达研究所（RoyalRadar Establishment）雇用的时候进行的。这项工作在欧洲核研究组织再次进一步发展。美国特拉华大学的研究员韦恩·韦斯特曼（Wayne Westerman）和约翰·伊莱亚斯（John Elias）将多点触控技术商业化后，把公司卖给了苹果公司。即使在后期阶段，政府也扮演了重要角色：韦斯特曼的研究奖学金由美国国家科学基金会和中央情报局资助。

除了触摸屏，接下来就是会发声的Siri。早在2000年，第一部苹果手机问世7年前，美国国防高级研究计划署就委托斯坦福研究所开发一种可以协助军事人员工作的虚拟办公室助理，这是Siri的原型。20所大学参与了该项目，利用所有必要的技术努力使语音激活的虚拟助理成为现实。7年后，这项研究成果得以商业化，一家初创企业Siri公司上市，直到2010年，苹果公司才以未公开的数额收购了该公司。

硬盘驱动器、锂离子电池、液晶显示器和半导体也都有类似的故事。每一种技术的出现都离不开科学研究人员的聪明才智以及私营企业的创业精神。当然，还需要美国政府等政府机构的庞大资金支持，尽管对于美国政府而言，时常是出于军事目的。

硅谷的发展得益于仙童半导体公司，该公司当年开发了第一个商用集成电路。此外，仙童半导体公司早期依赖于军事采购。

当然，美国军队没有制造苹果手机，欧洲粒子物理研究所也没有创建脸谱网或谷歌。今天人们生活所依赖的这些技术，都是私营企业不断打磨并商业化后的产品，但政府的资金和政府风险使所有这些都成为可能。我们面对能源和生物技术等领域的技术挑战时，需要坚持这一想法。

不可否认，史蒂夫·乔布斯是个天才。他有一个“副业”颇有名气——皮克斯动画工作室，它发布的数字动画电影《玩具总动员》改变了电影世界的格局。

即使没有触摸屏、互联网和快速傅立叶变换，史蒂夫·乔布斯也可能会创造一些奇妙的东西，但不会是一个像苹果手机这样颠覆世界的技术，更可能是像《玩具总动员》中伍迪和巴斯光年那样新奇的玩具。

---

1. 山姆大叔，美国的绰号，因Uncle Sam的缩写与美国的英文缩写U.S.相同而得名。——编者注

31
柴油发动机

晚上10点，鲁道夫·狄塞耳吃完晚饭后刚回到他在德累斯顿号轮船的小卧室里休息。德累斯顿号此时正从比利时穿过英吉利海峡。他把睡衣放在床上，但狄塞耳并没有换上睡衣。身为发动机的发明人，狄塞耳在他制造的发动机上刻上了自己的名字。面对沉重的债务以及即将到期的巨额利息，他一直处在揪心和惶恐当中，他根本还不起这笔债务。1913年9月29日，他在日记中标下预示不祥兆头的符号“X”。

在这趟旅途之前，狄塞耳已经收集了他可用的现金，并把它连同他的文件胡乱地塞进袋子里。他将袋子给了他的妻子，告诉她一个星期过后才能打开袋子；他妻子似乎没怎么怀疑他的嘱咐。狄塞耳走出了他的小屋。他把外套折叠起来，然后将它整齐地放在轮船的甲板上。他仰头望着桅杆，然后低头看着轮船下方翻滚的黑色漩涡，继而跳了下去。

他要干吗？虽然关于鲁道夫·狄塞耳最后时光的描述有多个版本，但以上的描述似乎是最令人信服的，不过这样的描述仍然是个猜测。阴谋论者们猜测狄塞耳被劫持了。但是谁可能对贫穷发明家的死亡感兴趣？对于这个问题，至少有两个人值得怀疑，阴谋论的说法并非完全没有根据，反过来还有助于我们理解1892年狄塞耳发明柴油发动机的经济意义。

让我们再了解一下相关事件的背景。1872年，其时产业经济的状况是，蒸汽仍然为火车和工厂提供动力，而城市的交通离不开马。那年秋天，马流感使美国的城市交通陷入瘫痪。杂货店的货架上空空无物，酒吧里啤酒桶空空如也，垃圾堆得满大街都是。一个50万人口的

城市需要10万匹马维持城市的运转，每一匹马每天至少要拉走35磅（15.88千克）的粪肥和1加仑（3.79升）的尿液。如果有一台能买得起的、可靠的小型发动机代替马的劳力，那绝对是天赐之物。

蒸汽机便是这样一个备选之物，其时以蒸汽为动力的汽车性能不错。另一备选之物是内燃机，早期的内燃机以汽油、天然气甚至是火药为燃料。在鲁道夫·狄塞耳还是一名学生时，这两种引擎的效率都很低，它们只能将大约10%的热量转化为有用功。

慕尼黑皇家巴伐利亚理工学院的热力学演讲改变了狄塞耳这位年轻人的人生轨迹，该讲座探讨了发动机效率极限的理论问题。对比讲座中热能定率标准，实践中10%的效率看起来非常低，狄塞耳对如何使发动机尽可能接近100%的效率目标一直痴迷地进行研究。当然，在实践中实现100%效率是不可能的——但是他第一台发动机的效率却超过了25%，是当时最先进发动机效率的两倍。今天，最好的柴油发动机效率是50%。

汽油发动机压缩燃料和空气的混合物，然后使用火花塞点燃它们。但压缩混合物太多，可能会过早自燃，导致发动机爆震不稳定。而柴油机仅靠压缩空气来避免这个问题，更重要的是使空气足够热，以便在喷射燃料时点燃燃料。这使得发动机效率更高，压缩的程度越高，所需燃料越少。任何研究购买汽车的人都会熟悉柴油发动机性价比的平衡——它们往往购买成本更高，但运行起来更经济。

不幸的是，狄塞耳发动机的早期型号可靠性不足，削弱了它的效率优势。客户接二连三地向他投诉产品质量的问题，要求退货退款。面对这样的诉求，这位发动机的发明家陷入他无法逃脱的资金黑洞。具有讽刺意味的是，现代经济中最直接、实用的机器之一的发明者是因为鼓舞人心的演讲而不是出于赚钱的目的而研发发动机的，这样也好，因为他没怎么赚到钱。

不过，狄塞耳一直在琢磨如何提高发动机的性能，并且发动机的性能一直在变好，其他优势变得更加明显。柴油发动机可以使用比汽油发动机更重的燃料——特别是被称为“柴油”的较重燃料。除了使用比汽油精炼程度更低的柴油外，柴油发动机释放的烟雾更少，所以不太可能引起爆炸。这使得它对军事运输特别有吸引力，毕竟，谁也不想让炸弹意外地爆炸。到了1904年，狄塞耳已经将发动机安装到法国的潜艇上。

这使我们想到有关鲁道夫·狄塞耳死亡的第一个阴谋论。1913年的欧洲，战争的阴影正在加快逼近，囊中羞涩的德国人正前往伦敦索求经济援助。一家报纸头条肆意推测“发明家投海自杀以停止向英国政府出售专利”。

在第一次世界大战结束之后，狄塞耳的发明才真正开始实现其商业潜力。相比小汽车，柴油发动机更广泛应用在重型运输车上。第一台柴油车出现于20世纪20年代，在20世纪30年代首次出现了柴油火车；到了1939年，装配柴油发动机的船舶运载了全球1/4的海洋货物。第二次世界大战后，随着柴油发动机的动力越来越强劲、效率越来越高，越来越多大船装配柴油发动机。从这个意义上来说，狄塞耳发明了全球贸易的引擎。

燃料占世界货物运输成本的70%左右。由此我们可以看到为什么科学家瓦茨拉夫·斯米尔（Vaclav Smil）认为，如果全球化是由蒸汽而不是柴油所驱动，那么贸易增长的速度要慢得多。

经济学家布莱恩·阿瑟（Brian Arthur）对此并不十分赞同。阿瑟认为内燃机在20世纪的兴起只是“路径依赖”的一个例子，这是一个自我加强的循环；在这个循环当中，以现有的投资和基础设施为基础，我们会以某种方式按部就班地做事；要是我们从头开始，以不同的方式去做，也会陷入路径依赖的循环当中。阿瑟在1914年晚些时候认为，蒸汽至少可以与原油一样为汽车提供动力——但石油行业的日益增长

确保了人们投入内燃机改进的资金要比蒸汽机更多。如果对两者的研究与开发投入同等的资金，谁也无从知道技术突破会在哪里发生；也许今天的我们会在未来开下一代蒸汽动力的汽车。

或者，如果鲁道夫·狄塞耳随心所欲，也许全球经济将会靠花生来运转。

狄塞耳的名字已经成为原油衍生物的代名词，但他设计的发动机，可以使用煤粉到植物油等各种燃料。1900年，在巴黎世博会上，他展示了一种以花生油为燃料的发动机模型。几年过去了，他成了这项事业的福音传道者。在1912年，他去世前一年，狄塞耳预测植物油将成为与石油产品具有同等地位的重要燃料。

如此看来，花生农场主要比油田的所有者拥有更为诱人的前景，而这样美好的前景随着鲁道夫·狄塞耳的死亡而消失了。因此，第二个阴谋论在当时报纸以轰动性的标题“石油信托巨头的代理人是杀人凶手”发表头条文章，引发了人们广泛的臆测。

最近生物柴油又被重新提起。生物柴油的污染要比石油的污染少，但人们对它仍有些争议——它与农业存在竞争关系，会推高食品的价格。在鲁道夫的柴油时代，这不是一个令人担忧的问题，因为当时人口少得多，气候更可以预测。而令他很兴奋的是，他的发动机可以帮助发展农业经济，帮助穷人脱贫。今天世界看起来有多不同，如果过去一百年里最宝贵的土地不位于可以钻探石油的地方，而是在可以种植花生的地方，那么如今的世界又会有一番什么样的景象?

我们现在只能猜测——就像我们永远不会知道鲁道夫·狄塞耳经历了什么事情。当时他的尸体与另一艘船在水中漂泊，10天后才被发现，尸体解剖的惨况令人不忍直视；事实上，船员们也不愿将尸体放在船上运回去。他们从狄塞耳的夹克中取走了他的钱包、小刀和眼镜

盒，狄塞耳的儿子后来证实这些东西确实是他的。而这位伟大发明家的尸体被船员抛回了大海。

32
闹钟

1845年，埃克塞特的圣约翰教堂的时钟增添了一项新奇的功能：另增一支分钟指针，走时比原来的快14分钟。正如《飞行邮报》所言“这为公众提供了极大的便利”，因为圣约翰教堂时钟所呈现的，不只有埃克塞特当地时间，还有“铁路时间”。

长久以来，时间一直由行星运动定义。早在知晓地球绕轴自转和绕日公转之前，我们就在谈论“天”和“年”。月亮的圆缺给了我们“月”的概念，太阳的升落给了我们“正午”的概念，当（白天）太阳达到最高点即为正午，当然这取决于你所处的位置。如果你碰巧在埃克塞特，要比伦敦晚14分钟看到。

人们自然倾向根据当地天文观测来设定时钟。如果你只与当地人协调，例如我们都住在埃克塞特，约定19:00见面，那没有问题，至于200英里（321.87千米）外的伦敦是19:14根本无关紧要。然而，当火车穿行于埃克塞特和伦敦时，中途停靠多个其他城镇，每个都有自己的时间，我们面临着一场组织噩梦。

早期的英国火车时刻表这样提醒旅客，“伦敦时间比雷丁时间早约4分钟，比赛伦塞斯特时间早约7分半”等，但是这让很多乘客感到困惑。更严重的是，驾驶员和信号员也是如此，增加了火车碰撞的风险。

于是铁路系统开始采用“铁路时间”，铁路时间基于格林尼治标准时间，由著名的天文台设立。一些市政专家迅速领悟了国家标准化时间的实用性，其他人则对这种以大都市为基准的强制规定表示愤慨，

坚持他们的时间才是“正确的时间”——《飞行邮报》称其带着可爱的狭隘主义。此后多年，埃克塞特的主任牧师都拒绝调整城市大教堂的时钟。

其实，根本就没有什么“正确的时间”。如同货币价值，这是一个协议，其实用性源自得到广泛的接受。没有“正确的时间”，但存在准确计时。时间回溯到1656年，一位名叫克里斯蒂安·惠更斯的荷兰人。

当然，惠更斯之前，也有时钟。水钟出现在古埃及到中世纪波斯的文明中；其他人在蜡烛上刻下痕迹来计量时间。但即使是最准确的设备，每天也可能有15分钟的误差。如果你是修道士，想知道何时祷告，这点误差无关紧要，除非上帝坚持守时。但是有一个越来越重要的生活领域，保持准确的时间对其具有巨大的经济意义：航行。

通过观察太阳的角度，水手们可以找出自己的纬度：从北到南的位置。但他们的经度——从东到西的位置——只能猜测。错误的猜测可能频繁导致船只撞到导航员误以为在几百英里之外的陆地，有时导致船只沉没。

准确的计时有何作用？记住为什么埃克塞特的时钟与200英里外伦敦的时间不同：正午要晚14分钟。如果知道在伦敦的格林尼治天文台或其他参考点什么时候是正午，就可以观察太阳、计算时差然后计算出距离。惠更斯摆钟比任何先前的设备精确60倍：但是即使每天误差在15秒钟以内，长途航行也会不断积累。况且，在飘摇沉浮的甲板上，摆钟也难以规律运作。

海洋国家的统治者准确意识到经度问题：早在惠更斯的摆钟问世近一个世纪之前，西班牙国王悬赏寻求解决方案。众所周知，后来是英国政府拿出奖金，英国人约翰·哈里森[注]潜心钻研，终于在18世纪制造出足够精确的设备，每日误差只有几秒钟。

从惠更斯和哈里森开始，钟表变得更加准确。而且，虽然埃克塞特主任牧师的态度顽固，整个世界已经统一“正确的时间”——协调世界时（UTC），在全球不同时区协调下，至少能保持十二点时太阳在最高点附近的惯例。协调世界时基于原子钟，其测量电子能级的振荡。主时钟本身由美国海军天文台在华盛顿特区西北部运营，实际上是几个不同时钟的组合——其中最先进的是四个原子喷泉时钟，其中，冷冻原子被发射到空中并再次跌落。如果出现问题——即使是技术人员进入房间也会改变温度和可能的时间，那么有几个备用时钟可以在纳秒级时间内随时替换。精密度达到每三亿年误差不超过一秒。

有没有需要这么精确的时候？早上上班不需要精确到毫秒。事实上，准确的手表带来的更多是名声而不是实用性。一个多世纪以来，早期无线电广播中开始每小时准点报时之前，贝尔维尔一家人在伦敦的生活，靠的就是每天早晨在格林尼治设置手表，然后在城市帮别人对时，并收取一定费用。他们的客户大多是钟表业的商人，对他们来说，把自己销售的钟表与格林尼治联系在一起让他们充满专业的自豪感。

但是现在有几个地方毫秒之差也重要。一个是股票市场：通过在竞争对手之前即时利用套利机会可以获得财富。一些金融家最近计算说，值得花费3亿美元，在芝加哥和纽约之间的山脉钻探，将光纤电缆放在稍微直些的地方。这使两个城市之间的交流加快了3毫秒。人们可能会想，投入如此多资金建设这种基础设施，是否真的是最佳选择。这种创新的动机一目了然，如果人们对它们做出反应，我们也不会感到惊讶。

准确保持统一时间是计算和通信网络的基础，不过也许原子钟最重要的影响——首先是船只，然后是火车——一直都和交通有关。

现在没有人需要通过观察太阳的角度导航——我们有GPS。最基本的智能手机可以通过从卫星网络获取信号来找到你：因为这些卫星

每时每刻都在空中，三角测量信号可以让你知道身处何方。这是一项革命性的技术，从航海到航空，测量到徒步旅行，只有卫星在时间上保持一致，才真正有效。

GPS卫星通常包含四个由铯或铷制成的原子钟。惠更斯和哈里森做梦也没想到能如此精确，但出现误差的情况也会发生——地球的电离层干扰放大会导致信号模糊。正因为如此，自驾汽车需要传感器和GPS：在高速公路上，几米误差可能就会导致车毁人亡的悲剧。

与此同时，时钟的发展还在继续前进：科学家最近开发了一种基于镱元素的时钟，50亿年后地老天荒时，其误差损失也不会超过百分之一秒。这种特别精确的时钟对经济会有何影响，只有靠时间证明。

---

1. 约翰·哈里森（John Harrison）解决了经度问题，但他从来没有得到他认为应得的奖金。达瓦·索贝尔（Dava Sobel）在《经度》（1995）上做出了颇有说服力的表述：那些心生嫉妒的天文学家经过策划，极不公平地剥夺了哈里森的奖金。还有一种看法：因为哈里森小心翼翼地不把自己的钟表工作原理公布于众，因此没有为经度问题提供实际的解决办法——只是表明他有提供解决方案的才能。

33
哈柏-博许法

克拉拉·伊梅瓦尔（Clara Immerwahr）和弗里茨·哈柏（Fritz Haber）这两个具有非凡科学头脑的异性结成了伉俪。结婚时，伊梅瓦尔刚刚成为德国第一个获得化学博士学位的女性。取得这样的成就需要非凡的毅力。当时妇女不能在布雷斯劳大学学习，她要求每位上课的教师允许她作为私人的访客观摩他们的课程。然后她坚持不懈地央求着允许她参加考试。院长亲自授予她博士学位，他说："科学欢迎每一个人，不论其性别如何。"然后，他又带有贬抑的口吻声称这只是个人的崇高情操而已，女人的职责仍然在家庭，他不希望女性摘取最高学位成为一个新时代的开端。

克拉拉看不出导致婚姻要干涉事业的任何理由。她很失望于丈夫弗里茨·哈柏原来更愿意妻子操持家务、招待好友亲戚，而不是在工作上平起平坐。她做了一些讲座，但是当她得知每个人都认为是她丈夫为她写讲座的文稿时，她很快丧失了做这些事的勇气。在她丈夫在外面工作、社交、旅行，甚至和其他女子风流快活时，她忙着照顾小宝宝。她很不情愿地让自己的事业雄心逐渐烟消云散。

由于在20世纪早期德国对女性采取的差别待遇，我们永远不会知道克拉拉可能取得的成就，但是我们可以猜到有些事情她确实是没有做。不同于她丈夫的是，她不会研究化学武器。为了帮助德国赢得第一次世界大战，她丈夫弗里茨·哈柏积极地向军队建言在战场上施放氯气毒死盟军。她指责丈夫的野蛮行径，而丈夫则说她背叛祖国。1915年德军第一次在伊尔雷斯战场上毁灭性地使用氯气后，哈柏被任命为陆军上尉，而克拉拉拿起丈夫的枪终结了自己的生命。

克拉拉和哈柏的婚姻延续了14年。克拉拉去世8年之后，哈柏的一项重大的发明取得了突破，如今该项发明被视为20世纪最重要的发明。如果没有该项发明，今天地球将无法养活近一半的世界人口。

哈柏–博许法是利用空气中的氮气制造氨，然后可以将其用于制造肥料。植物生长需要氮、钾、磷等基本养分，也需要水和阳光。在自然状态下，植物生长时从土壤里吸收氮等各种养分；植物死亡后，它们含有的氮返回到土壤中，新植物又用土壤中释放的氮来生长。农业生产破坏了这个循环，我们采收农作物并吃掉它们。

从最初的农业耕作时起，农民就在一起尝试防止作物收成随着时间的推移逐渐降低的各种方法——就像以上循环所说的那样，将氮还原到田间维持土壤的肥力。粪便有氨气，堆肥也充满了氮养分。与豆类作物共生的根瘤菌能固定空气中游离的氮，补充土壤的氮养分，这就是为什么农民将豌豆或黄豆用于作物轮种。但这些技术均难以充分满足植物对氮的需求。土壤中的氮养分补充得越多，植物生长得越好。

直到19世纪，化学家才发现氮对植物生长的重要作用——具有讽刺意味的是，空气中78%的气体是氮气，但它不以植物可以直接利用的形式存在。在空气中，氮气由紧密地锁在一起的两个氮原子组成。植物需要将这些原子“固定”，或与其他元素化合。例如，在海鸟粪中发现的草酸铵，制造硝烟和火药的硝酸钾等都是氮与其他元素的化合物。在南美洲发现的鸟粪、硝石等矿产，开采后被运往世界各地，然后再埋入土壤中。但是到19世纪末，科学家对这些矿产资源用完后世界面临的肥料匮乏忧心忡忡。

要是能将空气中的氮气转化成植物可以吸收的养分，这将是多么美妙的一件事！

这正是弗里茨·哈柏要做的事情，一部分原因是好奇心驱使着他这么做，一部分原因是心中涌动的爱国主义情怀（这种情怀导致他走上了研发化学武器的道路），还有一部分原因是研发成功后将与巴斯夫化学公司签署利润丰厚的合同。该公司的工程师卡尔·博许（Carl Bosch）随后以工业生产的模式复制了哈柏的工艺流程。后来两人均获得了诺贝尔奖；然而，哈柏本人却是一个充满争议的人物，许多人当时认为他就是一名战犯。

在经济学家看来，哈柏–博许法或许是技术替代的最重要的例子：我们似乎已经达到一些根本的物理极限，然后找到了解决方法。在人类历史的绝大部分时间，如果需要更多的粮食来养活更多的人，那么就需要更多的土地用于粮食生产。马克·吐温曾经开玩笑说，人类不可能再扩大土地面积。哈柏–博许法提供了另一种解决办法，即不是扩大土地面积而是用制造氮肥的方法来增加土地的产量。这就像是炼金术，用德国人的话说，是“从天上掉落的面包”。

确实，“从天上掉落的面包”，还包括很多化石燃料。首先，我们需要天然气作为氢的来源，氢和氮结合形成氨。然后我们需要能量来产生极高的热量和压力。

哈柏发现有必要用催化剂来破坏空气中氮原子之间的化学键，并使它们与氢原子相结合。想象一下烧木头的烤箱中的热量，以及在水底下两千米的压力就能大概了解所需的热量和压力。为了创造每年能够生产1.6亿吨氨水的条件——其中大部分氨水用于制造化肥——哈柏–博许法就必须消耗1%以上的世界能源。

因此造成了大量的碳排放，当然生态问题并不是氮肥生产的唯一问题。肥料中所含的氮只有一小部分可以通过农作物进入人类的胃——也许只有15%。大部分氮都排入空气或水中。这样的过程会造成以下问题：一氧化二氮是强大的温室气体，能污染饮用水，产生酸雨，使土壤酸性更强，从而破坏生态系统的平衡和生物的多样性。当

氮化合物流入河流时，它们会促使一些生物体过度增长，从而破坏其他生物的生存环境，由此产生海洋的“死亡区”，水面附近的浓密海藻遮蔽阳光，导致下面的鱼死亡。

当然不只是造成了生态问题——虽然它绝对是一个导致生态问题的主要原因，但这样的生产过程并不会消失：在21世纪，化肥需求预计将翻一番。事实上，对于空气中大量化学性质稳定的氮转化成各种其他化学性质活泼的化合物会对环境造成什么样的长期影响，科学家仍然无法评估和预测。我们人类也正处在全球实验当中。

实验的结果已经很清楚：首先，植物生产了更多的食物供养更多的人口。随着利用哈柏–博许法生产的肥料开始广泛应用于农业生产，我们就能看到全球的人口一直在增长。其次，哈柏–博许法并不是粮食产量飙升的唯一原因。新品种的作物如小麦和大米的广泛种植也带动了粮食的增产。不过，假设我们利用弗里茨·哈柏时代最好的技术进行耕作，地球能养活约40亿人。而目前人口约75亿，虽然人口增长速度在放缓，但增长没有停止。

早在1909年，随着弗里茨得意扬扬地展示了氨的合成过程，克拉拉就想知道为了丈夫的天才成就她是否值得牺牲自己。在给一位朋友的信中，她哀怨地写道：“弗里茨在过去8年中取得了很大的成就，而我的人生却已经迷失了。”她几乎无法想象他的工作将会如何变化：一方面，食物供养了数十亿人口；另一方面，可持续发展的危机需要更多的天才来解决。

对于哈柏本人来说，研究成果所带来的后果不是他所期望的。作为一个年轻人，哈柏从犹太教皈依为基督教；他为自己被接受为德国的爱国者而心痛，也觉得自己就是个爱国者。除了将氯制成化学武器外，哈柏–博许法也给第一次世界大战中的德国带来了很大帮助。氨可以制造爆炸物和肥料——它不仅仅是空气中的面包，也是炸弹。

然而，当纳粹在20世纪30年代掌权时，这些贡献都不能超越他的犹太血统。他被剥夺了研究工作，被迫逃离了德国，最后孤寂潦倒地死在瑞士的一家酒店。

34
雷达

在肯尼亚的裂谷，萨姆森·卡马乌（Samson Kamau）坐在家里，想知道他什么时候能够上班。此刻，如果他能回去工作，他应该在奈瓦沙湖的温室里包装出口到欧洲的玫瑰花。出境货物航班已经停飞，因为冰岛的艾雅法拉火山（Eyjafjallajökull）喷发的危险火山灰已经飘到欧洲上空，丝毫不考虑萨姆森·卡马乌的感受。

没有人知道航班中断可能会持续多久。萨姆森这些工人担心自己的工作；老板不得不将内罗毕机场板条箱内枯萎的鲜花丢弃。

事情发生后，航班在几天内得以恢复，但足以说明现代经济对航空的依赖程度。每天有超过1 000万乘客搭乘航班出行，艾雅法拉火山2010年使全球产值减少近50亿美元。

我们对航空旅行的依赖可以追溯到许多发明，如喷射发动机，或者说，飞机本身。有时有些发明需要其他发明才能发挥其全部潜力，对于航空业来说，故事始于死亡射线的发明。

确切地说，是始于死亡射线的发明尝试。1935年，英国空军部的官员担心在军备技术竞赛中落后于纳粹德国。死亡射线的想法吸引着他们：谁能在百步之外将羊置于死地，他们愿意提供一千英镑奖金，但一直还没有人能做到。是否资助进一步的研究？死亡射线有可能实现吗？通过非官方渠道，他们打听到了无线电研究站的罗伯特·沃森·瓦特（Robert Watson Watt）。瓦特向自己的同事斯基普·威尔金斯（Skip Wilkins）提出了一个抽象的数学问题。

假设，只是假设——瓦特对威尔金斯说——你有8品脱的水，高度距离地面一千多米。假设水是98华氏度（36.67摄氏度），在5公里距离远，你想将其加热到105华氏度（40.56摄氏度），需要多少射频功率？威尔金斯不是傻瓜，他知道8品脱相当于一个成人的血液量，98华氏度是正常的体温，105华氏度是足以置人于死地的温度，或者至少能让人昏倒；如果在飞机上，这些情景就完全吻合了。

所以威尔金斯和瓦特心照不宣，他们很快就一致认为死亡射线不可能实现：需要的能量太多。但他们也看到了一个机会，显然，空军部门有不少研究经费；也许瓦特和威尔金斯可以为空军找到其他途径花掉这些经费。

威尔金斯想：看到飞机之前，发射无线电波并从回波中探测迎面而来的飞机的位置，这是可能的。瓦特匆匆向空军部新成立的防空科学调查委员会发函询问：是否有兴趣资助这样一项创意研究？答复是有。

威尔金斯所描述的东西就是雷达。德国人、日本人和美国人都对此展开独立研究。到了1940年，正是英国人取得了引人瞩目的突破：谐振腔磁控管，一种功率更强的雷达发射机。在德国轰炸机的轰炸下，英国的工厂很难把设备投入生产，但美国的工厂可以。

几个月来，英国领导人计划用磁控管作为和美国在其他领域的议价筹码。温斯顿·丘吉尔上台后，决定在紧急时刻采取极端手段：英国只是简单地告诉美国他们有什么，然后寻求帮助。

因此，1940年8月，一位名叫埃迪·鲍文的威尔士物理学家，带着一个装有12支磁控管样品的黑色金属箱历尽千辛万苦到达美国。首先，他在伦敦搭乘一辆黑色出租车：出租车司机拒绝鲍文将笨重的金属箱放在车内，鲍文无奈，只能放到车顶，一路提心吊胆，怕箱子随时掉落。然后乘火车去利物浦，同一隔间内坐着一位衣着光鲜、军人

模样的神秘人士，好在他整个旅程都在静静地看报纸，对这位年轻的科学家视而不见。然后乘船横渡大西洋，如果被德国U型潜水艇击中了怎么办？决不能让纳粹恢复磁控管。于是他在箱子上钻了两个孔，以确保船只下沉时箱子也会随之沉入海底，幸运的是，船安全抵达。

磁控管让美国人为之震惊；他们的研究已经落后多年。罗斯福总统下令拨款筹建麻省理工学院新实验室，为了战争，由一个民间机构而不是军方管理实验室乃史无前例。美国顶级专家加入鲍文及其英国同事团队，各个行业通力协作。

不管怎么说，“辐射实验室”（Rad Lab）获得巨大成功，产生了10位诺贝尔奖获得者。它开发的雷达，侦察飞机和潜艇，帮助赢得了战争，但在和平时期，战争时刻的紧迫性很快就会消失。不过，民用航空快速扩张，也需要雷达：1945年战争结束时，美国的国内航空公司载客700万人次；到1955年，3 800万人次。天空越繁忙，越需要雷达防止碰撞。

雷达的推广进展缓慢，参差不齐，有些机场安装了，很多机场还没有。在大多数空域，飞机根本就没有被跟踪。飞行员提前提交飞行计划，从理论上保证两架飞机不会同时出现在同一位置。但避免冲突最终还是靠一份四字协议：“目视规则”（see and be seen）。

1956年6月30日上午，两架客运航班从洛杉矶机场出发，相距三分钟，其中一架飞往堪萨斯城，另一架飞往芝加哥。计划飞行路线在大峡谷上空交叉，但高度不同。然后随着雷云的变化，其中一架飞机的机长用无线电请求从风暴上空飞行。空中交通管制员让他去“1000英尺（304.8米）以上”——比云层高1 000英尺，遵守目视规则。

没有人知道究竟发生什么：没有黑盒子，没有幸存者。在10:31前，空中交通管制听到一些无线电乱码：“拉起！”“我们要进去……”从图案上看，飞机残骸在峡谷散布了数英里。飞机似乎在穿越

云层时，在25度角位置触碰。调查人员推测，为了让乘客可以欣赏风光，两名飞行员都试图找到云层空隙，因此分散了注意力。

最终悲剧发生。问题是为了经济利益，愿意冒多大风险？说到拥挤的天空，问题又变得很现实：许多人对无人驾驶飞行器或无人驾驶飞机寄予厚望，它们已经被用于电影制作和作物喷施等；像亚马逊这样的公司希望城市上空很快就会出现嗡嗡作响的空中快递。民航部门正在考虑哪些是可以开放的。无人驾驶飞机有“感知和躲避”技术。技术很好——但真的足够好了吗?

大峡谷上空的撞击无疑引起了人们的注意。如果有技术来防止这种情况发生，不应该尽可能使用吗？两年之内，美国联邦航空局诞生。今天，美国天空的忙碌程度增加了20倍，世界上最大的机场平均每分钟起飞和降落飞机近两次。无论情况多么复杂，飞机碰撞的可能性微乎其微。需要感谢的东西很多，但最大功劳非雷达莫属。

35
电池

19世纪初的伦敦，杀人犯在被绞死之前有时试图自杀。如果自杀不成，他们会央求朋友们当他们身体在绞刑架下摇摇晃晃时把他们的腿狠狠地拽一下。这样做杀人犯们就认定自己必死无疑了。因为他们知道刚刚被绞死的人的尸体会被送给科学家供解剖研究。他们不想绞而不死，在被解剖时恢复了意识。

如果1803年被执行绞刑的乔治·福斯特（George Foster）在实验室桌子上醒来，那会是一个多么令人颜面扫地的情形。在一群屏息凝视却又惴惴不安的伦敦民众面前，一名意大利科学家正要着他的拿手好戏，将电极放在福斯特的直肠上。

一些观众认为福斯特正在醒来。带电的探针使他无生命的身体退缩，他的拳头也绷得更紧。随后电极击着他的脸，嘴巴顿时扭曲形成一幅怪异的鬼脸，一只眼睛也张开了。一名旁观者显然被这幅情形惊呆了，他立即低下了头不忍心再看。科学家谦虚地向观众保证，他实际上并不打算让福斯特重新活过来，但是，这些都是新的试验科目，相关的技术还没怎么试验过。谁知道会发生什么？警察守在旁边，以防需要将福斯特再度送上绞刑架。

福斯特的尸体正在“通电”——这是这位意大利科学家的叔叔路易吉·加尔瓦尼（Luigi Galvani）发明的一个词。18世纪80年代，意大利人加尔瓦尼发现，用两种不同类型的金属刺激死青蛙的断腿，青蛙的腿会痉挛。加尔瓦尼认为他发现了“动物电”，他的侄子对此进行研究。电疗法短暂地吸引了公众的注意，激励玛丽·雪莱（Mary Shelley）写下了《科学怪人》这部小说。(注)

加尔瓦尼的确错了，根本没有动物电。我们不可能让绞死的尸体活过来，而维克多·弗兰肯斯坦这个科学怪人仍然驻留在人们的记忆中。

不过，就使用方式而言，加尔瓦尼是错误的，因为他向他的朋友兼同事亚历桑德罗·伏特（Alessandro Volta）展示了他的实验，伏特对正在发生的事情有更好的直觉。伏特意识到，重要的事情是青蛙肉并不会产生电流，但它含有导电的流体，允许电荷在不同类型的金属之间通过。当两个金属相连时，加尔瓦尼的手术刀接触到挂在腿上的黄铜钩——形成回路，化学反应使电子流动。

伏特尝试了不同的金属组合，也在其他动物的肌肉上进行了试验。1800年，他研究发现用铜板和锌板夹在盐水浸泡过的纸板中就能产生稳定电流，伏特由此发明了电池。

像他的朋友加尔瓦尼一样，伏特也给我们造了一个词语：伏特。如果你正在听有声读物或在平板电脑上阅读文章，你就在使用伏特带给这个世界的发明。多亏了电池，我们才能有这样的便携式设备。设想一下一个没有电池的世界吧，我们得靠手动才能启动我们的汽车，电视的遥控器须通过电线与电视机相连才能完成调频和控制。

伏特的远见卓识为他赢得了很多崇拜者——事实上拿破仑也认为他是个人物。但是伏特的电池实用性一直不强。金属会被腐蚀，盐水会溢出，电流持续的时间很短，并且电池也不能充电。直到1859年，可充电电池才诞生，该电池由铅、二氧化铅和硫酸制成。这种电池笨拙而又沉重，如果电池不小心翻倒了，酸液会溅出来。但它还是有一定的实用性——最基本的设计仍是来启动汽车。我们熟悉的现代电池于1886年诞生。接下来的重大突破又让我们等了一个世纪。1985年，日本科学工作者吉野彰获得锂离子电池专利，索尼后来将锂电池商业化。研究人员一直热衷于用锂电池工作，因为它非常轻，反应性高——锂离子电池可以将大量的电力装入较小空间。不幸的是，我们应

当警觉锂暴露于空气和水中的爆炸性危险，因此一些睿智的化学家进行了后续研究，终于使锂电池稳定性达到了可以接受的程度。

没有锂离子电池，手机可能会慢得多。看看吉野申请专利的最尖端的电池技术是什么样子的吧，当时摩托罗拉刚刚推出了世界上第一款手机DynaTAC 8000x，该手机重量近一千克，早期使用者对其都有点反感，认为它是一块“砖”，手机的通话时间仅能维持30分钟。

锂离子电池背后的技术肯定也在不断进步，比如20世纪90年代的笔记本电脑很笨重并且放电迅速，而今天的时尚超便携式笔记本电脑续航时间很长。尽管如此，与笔记本电脑组件（如存储器和处理器）的寿命相比，电池寿命的延长速度要慢得多。什么时候才会出现既轻便又便宜、几秒钟充好电并能重复使用而不变质的电池呢？我们还在期待中。

电池化学的另一个重大突破或许指日可待，或许遥遥无期。我们并不缺乏具有大创意的研究人员：有些研究人员正在开发“流”电池，通过泵送充电的液体电解质来放电；有些正在尝试与锂（包括硫和空气）结合的新材料；有些正在将纳米技术运用在电极的电线中，使电池的续航时间更长。但发展的历史又告诫我们，创新者不会经常出现的。

无论如何，在未来的几十年中，电池的真正革命性进步也许不在于技术本身，而在于它的用途。我们习惯于将电池当作断开电网后依然能使电器工作的东西。我们可能会很快看到它们是使电网更好地运行的东西。

可再生能源的成本正在逐渐下降。但即使是便宜的可再生能源也会有一个问题：它们并不能自始至终地发电。天气预报也不可能100%准确，夏天太阳能发电量过剩，而冬天的夜晚太阳能无法发电。在阴天和无风的日子里，我们需要消耗煤炭、天然气或核燃料提供照明

——一旦你建造了这些工厂，为什么不让工厂一直开工生产？有关人员最近对亚利桑那州东南部的电网进行了一项研究，权衡了停电成本与二氧化碳排放的成本，得出的结论是：太阳能只能提供20%的电力。要知道亚利桑那州可是一个阳光明媚的地方。

建造电网的目的是以更好的方式存储能量并利用更多的可再生能源。一个由来已久的解决方案是将多余的能量用于抽水蓄能，然后，当需要更多能量的时候，让抽回的水通过水电站回流发电。但只有有地理条件的山区才可以建造抽水蓄能水电站，而且供应的电力有限。电池可以解决这个问题吗?

问题的解决也许取决于监管者有多大的意愿推动行业朝这个方向发展，还有一部分取决于电池成本下降的速度。

埃隆·马斯克（Elon Musk）真切地希望电池成本能够快速下降。电动汽车制造商特斯拉背后的企业家正在内华达州建立一个巨大的锂离子电池厂。马斯克声称，它将成为世界第二大车间，规模仅次于波音公司波音747飞机的生产车间。特斯拉认为，该工厂可以大大地降低锂离子生产的成本，当然成本的压缩不是通过技术突破而是通过庞大的规模生产而实现。

当然，特斯拉公司需要机动车上用的电池。但特斯拉已经是向家庭和企业提供电池组的制造商之一：如果你家屋顶上有太阳能电池板，你可以选择用家里的电池存储剩余的日间能量，以备夜间使用，而不是将其回售给电网。

如果要实现电力网络和运输网络完全可以在可再生能源和电池上运行，世界还有很长的路要走。但目标正在成为可能——在限制气候变化的竞争中，世界需要做一些事情来促成这一变化。从这个意义上说，亚历桑德罗·伏特带来的最大冲击可能才刚刚开始。

---

1. 雪莱在《没有夏天的一年》中提到了这个想法。坦博拉火山爆发后欧洲出现末日的情形。连绵不断的雨把雪莱和她的同僚——包括珀西·雪莱、拜伦勋爵（Lord Byron）困在了一栋可以俯瞰日内瓦湖的别墅。他们竞相创作最恐怖的故事。电疗法对她的创作产生了影响；此外，雪莱曾亲眼看到饥饿的农民在一个又一个村庄乞讨，这样的经历启发她创作了一个无家可归、无朋友可依靠的被遗弃怪物形象。同样悲惨的情形激发了年轻的尤斯图斯·冯·利比希（Justus von Liebig）献身于消除饥荒的事业。

36
塑料

“除非判断错误，否则这项发明在未来会无比重要。”利奥·贝克兰（Leo Baekeland）在1907年7月11日的日记中写道。他心情很好。在43岁时，贝克兰为自己做得很好。

他出生在比利时。如果让父亲决定，他可能还在修鞋。父亲是个补鞋匠：没有受过教育，他不明白为什么年轻的利奥需要教育。他让年仅13岁的孩子就当学徒。

但是他的母亲，一位家庭妇女，有不一样的想法。她鼓励利奥去上夜校，利奥赢得了根特大学的奖学金；20岁的时候，他已经获得化学博士学位。

他娶了导师的女儿，搬到了纽约，利奥发明了一种新的影印纸，这使他发了一笔财——至少，他不需要再通过工作维持生计了。

他在纽约北部的扬克斯买了一栋房子，可以俯瞰哈德逊河。他建立了一个家庭实验室，以满足他摆弄化学药剂的爱好。1907年7月，他用甲醛和苯酚做了实验。

愉快的每日记录继续。7月18日：“天气闷热，但我不介意，可以穿着无领衬衫，待在家里，我很享受这种悠闲。”不是每个富人都很开心。贝克兰知道：“华尔街街头的这些奴隶般的百万富翁怎么样呢？尽管天气闷热，他们还是需要去为钱财而奔波。”贝克兰一整天都在实验室里度过，内心的满足感难以名状。也许他在考虑，这无忧无虑的生活，他应该感谢谁——第二天日记记载，他给母亲寄了100美元。4天

后的日记中写道：“这是我获博士学位第23周年……这23年是怎么过去的……现在我又是一名学生了，永远都是学生，直到死亡召唤我再次休息。”

贝克兰并不完全正确。死亡召唤他时他80岁，成了性格越来越古怪的隐士，在佛罗里达州的豪宅里过着足不出户的生活。但同时他又经历了怎样的人生啊。他赚了第二笔钱，名气够大，还上了《时代》杂志的封面，不必提到他的名字——只需说：“它不会燃烧，也不会熔化。”

在那年7月，利奥·贝克兰发明的是第一款全合成塑料，他称其为酚醛塑料。对于塑料在未来的重要性他说得没错，塑料现在无处不在。作家苏珊·弗林克尔（Susan Freinkel）写过一本关于塑料的著作，她花了一天时间记下自己触摸得到的塑料用品：灯开关、马桶座、牙刷、牙膏管；她也注意到所有不是塑料的东西——卫生纸、木地板、瓷水龙头。一天结束，她共列出了196件塑料制品，102件非塑料制品。全世界生产的塑料如此之多，消耗石油产量的8%——石油通常一半用于原材料，一半用作能源。

贝克兰公司的广告语也毫不掩饰：人类，已经超越动物、矿物和蔬菜分类体系；现在有了“第四王国，其适用范围永无止境”。这听起来很夸张，但事实确实如此。科学家以前曾想过改进或模仿自然物质：早期的塑料，如赛璐珞，基于植物。贝克兰本人一直在寻求材料替代虫胶——甲虫分泌的可用于电气绝缘的树脂。然而，他很快意识到酚醛塑料适用范围更广。贝克兰公司称之为“一千种用处的材料”，这次它也没有说错：酚醛塑料用于电话和收音机、枪和咖啡壶、台球和珠宝，它甚至被用在第一颗原子弹上。

酚醛树脂——随着时间的推移——不会燃烧或熔化，是很好的绝缘体。外观也不错，而且很便宜。那么，还有什么人造材料可能会比在自然界发现的更轻、更强或更灵活，而且价格更实惠呢？在20世纪

二三十年代，塑料从世界各地的实验室源源不断流出，有聚苯乙烯，常用于包装；尼龙，因丝袜而普及；聚乙烯，用于制造塑料袋等东西。

第二次世界大战导致自然资源紧张，塑料制品的产量急剧增加，填补了这一空白。而当战争结束时，特百惠之类令人兴奋的新产品在市场引起轰动。

但是人们的兴奋并不持久：塑料的形象逐渐变化。1967年，电影《毕业生》主角本杰明·布拉多克（Benjamin Braddock），从一个自信的老邻居那里听到一条职业建议。“一句话，”邻居把本杰明拉到一个安静的角落，就像是要揭开生命本身的秘密一样，“塑料！”这句话被广为引用，因为它反映了这个词不断变化的内涵：对老邻居一代来说，“塑料”意味着机会和现代性；对青年本杰明一代来说，塑料代表了一切虚假、肤浅、仿造。

当时，这是不错的建议。半个世纪以来，尽管形象不佳，塑料生产增长了20倍，在接下来的20年里再次翻倍。然而，越来越多的环境问题开始出现，塑料中的一些化学物质被认为会影响动物的发育和繁殖。塑料最终埋入垃圾填埋场时，化学物质会渗入地下水，进入海洋后，会被有些生物食用。有人预计到2050年，海洋里的所有塑料比所有的鱼加起来都重。（不清楚多少人相信，因为不管是重量还是数量都无法统计。）

而且换个角度看，塑料不仅能带来经济效益，也能带来环境效益。用塑料部件制造的车辆较轻，因此使用燃料更少。塑料包装使食物保鲜时间更长，因此减少了浪费。如果瓶子不是塑料而是玻璃做的，你还会随意扔进孩子们的游乐场吗?

最后，在回收塑料方面我们必须做得更好，哪怕仅因为石油并非用之不竭。有些塑料不能回收，酚醛塑料就是其中一种。更多的塑料

可以回收，但并没有回收。只有大约1/7的塑料包装被回收——远远小于纸或钢；对于其他塑料产品，回收率更低。这方面的改进需要每个人的努力。你可能见过塑料上的小三角形，数字从一到七。它们被称为树脂识别码，是行业协会的一项举措，帮助垃圾回收处理，但系统远非完美。这个行业更需要政府的努力：世界范围内垃圾回收率相差巨大。台北是成功的范例：它改变了垃圾文化，使市民乐意回收垃圾，如果不回收利用，甚至会被罚款。

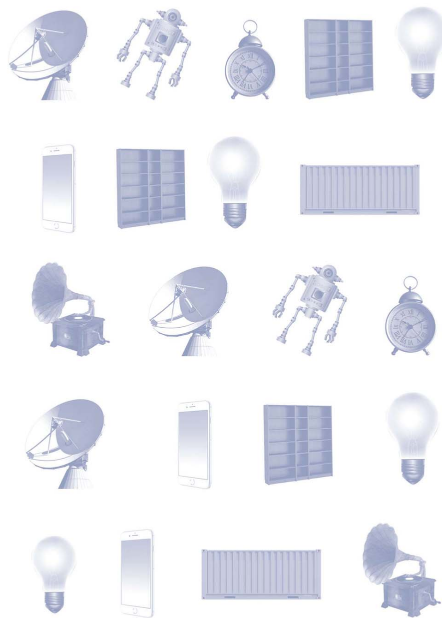
技术解决方案如何？科技迷们最近享受到一项新发明——ProtoCycler：将废弃塑料送入3D打印机，再开动机器，ProtoCycler便可以制造可供3D打印机使用的线材。不幸的是，就像瓦楞纸板一样，塑料无法无限循环。不过，ProtoCycler已经接近于今天可以得到的星际迷航的模型。

最初，酚醛塑料给人的感觉就像现在的“星际迷航”复制品一样具有革命性。这是一种简单、便宜的合成产品，足以代替陶瓷餐具或金属开信刀，但足够美观，可用作珠宝，甚至可以取代珍贵的象牙。这是一种奇迹般的材料，但现在就像所有其他塑料一样——我们已经习以为常。

今天的制造商们并没有放弃这样一种想法：利用便宜的、毫无价值的东西制造出珍贵实用的东西。比如最新技术升级——利用塑料垃圾。例如，把旧塑料瓶变成类似碳纤维的材料——可能很坚固又足够轻，可以制造成可回收的飞机机翼。一般来说，将废弃塑料与其他废料混合再加上少量的纳米颗粒，有望创造出具有新特性的新材料。

利奥·贝克兰要是还在世，应该会准许。

VI
无形的手



亚当·斯密的“无形的手”是经济学中最著名的比喻。他使用了三次，最有名的当属在1776年的《国富论》中，他写道，当每个人都试图投资时，“考虑的只是自己资本的安全……所想到的也只是他自己的利益。在此种情况之下，与在其他许多情况之下一样，有一只无形的手在引导着他去尽力达到一个他并不想要达到的目的”。

斯密的无形之手究竟是何含义，直到今天，学者们依然争论不休。但是对于现代经济学家来说，这个隐喻已经超出了斯密的意图。现在用来描述这样一种观点——当个人和公司在市场上竞争时，结果会对社会有益：产品有效生产，并且被最重视它们的人所

消费。也许有些自由市场的粉丝们会认为这是市场发挥作用的准确描述，但经济学业界的主流观点更多是将其视为市场发挥作用的起点。市场倾向于尽可能地分配资源，但这种趋势并不能得到保证。看不见的手并不总是引导我们：有时我们也需要政府的可见之手。

例子不胜枚举。雷达现在是不可或缺的民用技术，但它是为军事目的而开发，由政府慷慨资助。苹果手机是资本主义天才的作品，从某些方面看，它是所有产品中最为成功的——但它依赖于政府对计算、互联网、GPS和万维网的资助。影响现代经济的一些重要发明不仅仅需要政府的帮助，有些完全就由政府创造——例如有限责任公司、知识产权，最典型的就是福利体系。

如果说市场会出现问题，政府监管机构也一样。因为监管机构拒绝批准，日本妇女几十年前无法使用避孕药。麦克莱恩在引进集装箱航运时面临的主要障碍之一就是美国货运监管机构的官僚主义，他们似乎认为唯一可接受的选择是什么都不应该改变。研究人员开发公共密钥加密技术——使互联网商业成为可能的出色技术时，美国政府却试图关闭它。

有时国家为创新创造基础；有时会设置障碍。有时情况更为复杂——正如下面要介绍的移动银行，这个想法依赖于英国政府的种子资助和肯尼亚当局的良性忽视。国家和市场的共舞令人着迷。有时，国家进一步，有时退一步，有时国家会踩到每个人的脚趾。

37
银行

在伦敦繁忙的佛里特街，赞善里的正对面，有一扇石拱门，任何人都可以随意进出那扇门。往南边走几步，就进入了一个静谧的庭院，庭院里有一座圆形小教堂，旁边有一个柱子，柱子上面竖立着两位骑士合骑一匹马的雕像。这里的教堂是寺庙教堂，该教堂于1185年被尊崇为圣殿骑士团（一种宗教团体）伦敦之家。然而该教堂不仅是一栋重要的历史和宗教建筑，也是伦敦的第一家银行。

圣殿骑士是圣殿骑士团这一宗教团体的僧侣战士，该宗教团体具有严格的神学等级制度、庄严的神学宗旨和严格的行为准则。骑士们也是全副武装，宣誓为圣战而献身。但这些人怎么就参与了银行的游戏?

圣殿骑士是基督徒前往耶路撒冷朝圣的守护者。耶路撒冷于1099年第一次被十字军占领，朝圣者开始从欧洲跋涉几千英里后涌入该城市。如果你是一名朝圣者，你会面临这样的问题：你得准备朝圣路上几个月的旅费，但是你不能携带巨额的现金，否则在路途中会成为强盗抢劫的目标。幸运的是，圣殿骑士团已经解决了这个问题。朝圣者可以将他的现金存入伦敦的圣殿教堂，到耶路撒冷时取出现金。因此朝圣者不用携带现金，只需携带信用证件即可，因为圣殿骑士团是十字军的“汇款公司”。

我们实际上并不知道圣殿骑士团如何将这个系统运转起来并如何防止信用证欺诈。圣殿骑士团有没有密码来验证旅客的文件和身份?我们只能做一些猜测。而这并不是笼罩在圣殿骑士团身上的唯一谜

团，这个组织还完全充满着传说色彩，为此丹·布朗在寺庙教堂里设置了《达·芬奇密码》的幕景。

圣殿骑士团不是世界上第一家提供这种金融服务的组织。几个世纪前的中国，唐朝人使用“飞钱”——一份两联的文件，允许商人在地区办事处存入钱款，并在首都取回现金。但这个机构是由政府经营的。圣殿骑士团更类似于一家私人银行——尽管教皇拥有一家与欧洲各国的国王和女王合办的银行，并由宣誓分文不取的僧侣们所打理。

圣殿骑士团的做法远远超过了远距离的资金转移。他们提供了一系列现代所认可的金融服务。如果客户想在法国西海岸购买一座不错的岛屿——就像英国国王亨利三世在13世纪购买波尔多西北部的奥列隆岛所做的那样，圣殿骑士团可以为该交易提供经纪服务。国王每年向伦敦的寺庙支付200镑，连续支付5年，在国王的居民占据了岛屿时，圣殿骑士团再确认该岛的原所有权人是否已经获得了购岛款。哦，看到英国王冠上的珠宝如今放在伦敦塔上吗？在13世纪，为对贷款提供担保，王冠上的珠宝存放在了寺庙，这就表明圣殿骑士团已经成了非常高端的典当商。

当然，圣殿骑士团并不是欧洲的银行。1244年，欧洲基督徒完全失去对耶路撒冷的控制，这个组织也就失去了存在的理由，圣殿骑士团最终在1312年被解散。接着又是谁填补银行的真空呢？

1555年里昂展览会可以回答我们这个问题。里昂展览会可追溯到罗马时代，是全欧洲最大的国际贸易展览会。但在这个特别的展会上，小道消息开始传遍街头巷尾。有个意大利商人也来了，看他干什么呢？他正要大赚一笔呢。可是又是如何赚大钱的呢？看他什么没买也什么没卖呀。他只在展位上放了一张桌子和一瓶墨水。而且，随着展会的持续进行，他每天都坐在那里，接待其他客商并在他们的一页页纸上签名，不知何故就日进斗金。坦白地说，在当地人看来，这够奇特的了，他的举止太令人怀疑了。

但是对于欧洲商业住宅中的国际新精英来说，意大利人的这种特殊业务是完全合法的。他正从事这样一种特殊业务：债务的买卖，通过债务的买卖就能创造巨大的经济价值。

这种业务是这样办理的：里昂的商人有意购买佛罗伦萨羊毛，可以去找这位银行家，借几张叫作汇票的东西。汇票就是信用票据——IOU（欠条）。这IOU的价值并没有以法国里弗和佛罗伦萨里拉表示，而是以国际银行家网络使用的私人货币ecu de marc表示。如果里昂商人前往佛罗伦萨，或者派驻代理人常驻佛罗伦萨，那么这位银行家在里昂的汇票将由佛罗伦萨的银行家承兑，他们也乐意以当地货币兑换该汇票。

通过这个银行网络，当地的商人不仅可以兑换货币，还可以将其在里昂的信用贷款用来交换佛罗伦萨的信用贷款。这是一个很有价值的服务，难怪神秘的银行家如此富有。每隔几个月，该银行家网络的代理人都会在里昂这样的大型展览会上出现，详细检查账目之后，把所有的信用票据相互抵扣，并结清剩余的债务。

今天的金融体系与这个系统具有很多共同之处。有信用卡的澳大利亚人可以走进一家超市购物——好吧，看里昂怎么做的，为什么不可以这么做呢？——她可以带着购买的杂货离开商店。超市与一家法国银行核对账目，然后法国银行与澳大利亚银行商谈，澳大利亚银行批准付款，也乐意看到女顾客有能力支付这笔款项。

但是该银行服务网络一直具有更为黑暗的一面，即通过将个人债务转化为国际上可交易债务，这些中世纪的银行家正在创造自己的私人资金——而私人资金不在欧洲国王的掌控之下。因此，银行网络资金雄厚、功能强大，不需要由主权国家铸造的硬币。

这个说法即使在今天也是如此。一些国际银行联结在一个相互债务责任的网络当中，这种网络淡化了彼此的理解或控制。它们可以利

用其国际影响力试图规避税收和法规。而且，由于对于彼此而言他们的债务是非常真实的私人资金，当银行脆弱的时候，整个世界的货币体系也变得脆弱。

我们还在试图弄清楚如何与这些银行打交道。生活中我们似乎离不开这些银行，但我们不知道是否愿意与它们共处。各国政府一直在寻找办法来维持这一目标。有时这种做法是自由放任，有时采取管制措施。

监管机构几乎不会像法国菲利普四世那样对私人银行采取严酷手段。菲利普四世欠了圣殿骑士团的钱，而圣殿骑士团拒绝豁免他的债务。所以在1307年，菲利普四世对位于现在巴黎地铁站附近的巴黎寺庙发动了袭击，这是欧洲境内首次对寺庙进行攻击。圣殿骑士们受到酷刑，被迫承认宗教裁判所犯下了可以想象的任何罪恶。圣殿骑士团随后被教皇解散了。伦敦的寺庙出租给了律师。圣殿骑士团的最后一位团长雅克·德莫莱（Jacques de Molay）被押解到巴黎市中心并被当众活活烧死。

38
剃须刀和刀片

“思想的地平线上有云层，我们呼吸的空气孕育着预示着美好变化的生命。”

一本写于1894年的书如此开头。书的作者是一个有远见的男人，他最终影响了现代经济的运作。

该书认为，“我们目前的竞争体系”孕育了“奢侈、贫困和犯罪”。它倡导一种新的“平等、美德和幸福”的体系，其中只有一家公司——联合公司——将尽可能有效地生产生活必需品。顺便说一句，这些必需品是“食物、衣着和住房”。对生活必需品没有贡献的行业将被毁灭。对不起，银行家和律师，这包括你们。

这也是金钱的结束：取而代之的，生产生活必需品所需的体力劳动将分享“完美的正义”。这只需要每个人大约五年的时间。其余的将会因智力追求而被释放：雄心勃勃的人不会因物质财富而竞争，而是为了促进他们的同胞的“福利和幸福”而赢得认可。

该计划更具体。所有这一切将发生在位于伊利湖和安大略湖之间，加拿大与纽约州交界处一个名为大都会的城市。大都会将依靠水力发电运行。这将是北美洲唯一的城市。它的居民将住在巨大的公寓里，规模宏大，前所未有。这些建筑是圆形的，600英尺（182.88米）宽，相隔两倍于“大道、人行道和花园”的距离。人造公园将以带有“美丽设计的彩色玻璃圆顶”的瓷砖柱子为特色。它们会是一个长长的“可爱”画廊。

我说过这绚丽的乌托邦的作者有一个愿景，最终影响了经济。正如你可能猜到的，并不是这个特定的愿景。不，是一年后的另一个想法。

他的名字是金·坎普·吉列（King Camp Gillette），他发明了一次性刀片。你可能想知道这为什么这么重要。这里有一个例子：如果你曾经购买过喷墨打印机的替换墨盒，你可能会很恼火地发现，它们的成本几乎和打印机本身一样贵。那似乎毫无意义。打印机是一台大而复杂的机器。它怎么可能在往小塑料罐里放点墨水的基础上，只增加微不足道的成本呢?

答案当然并非如此，但是对制造商而言，打印机便宜而墨水昂贵的商业模式是有意义的。毕竟，你的选择是什么：从竞争对手的制造商那里购买一台全新的打印机？只要这比现在打印机的新墨水稍微贵一点，你就会勉强买下墨盒。

这种商业模式被称为两部分定价模式。它也被称为“剃须刀与刀片”的模式，因为它最早引起了人们的注意——先以价格低廉的剃须刀吸引人，然后他们要以昂贵的价格反复更换刀片。

金·坎普·吉列发明刀片，使之成为可能。在此之前，剃须刀更大，更笨重——费用也很高，当刀片变钝时，你会削尖（或“打磨”）它，而不是取下来并购买一个替换之。吉列意识到，如果他为刀片设计了一个灵巧的刀柄，保持刚性，那么他可以使刀片更薄，生产成本更低。

不过，他并没有立即触及两部分定价模式：起初，他使两部分价格昂贵。吉列剃须刀的价格为5美元，相当于工人每周工资的1/3；对“奢侈”和“贫穷”的哲学关注似乎并没有掩盖他的商业决策。吉列剃须刀是极其昂贵的，1913年的《西尔斯目录》向读者表示歉意，《西尔斯目录》在法律上无权对吉列剃须刀提供折扣价格。此外还有令人

不悦的免责声明：吉列安全剃须刀是为一些想要这种特殊剃须刀的顾客提供的。我们不认为这款剃须刀比本页所载的廉价安全剃须刀更能满足人们的需求。

廉价的剃须刀和昂贵的刀片定价模式后来才发展起来，因为吉列的专利到期了，竞争对手也参与了这项活动。如今，分成两部分定价随处可见。看看PlayStation 4（家用电视游戏机）。索尼每次出售一台，都会亏本：零售价格比制造和分销成本低。不过没关系，因为只要PlayStation 4的玩家购买游戏，索尼就可以从中赚钱。奈斯派索咖啡机呢？雀巢卖咖啡机不赚钱，赚的是咖啡豆的钱。

显然，为了让这种模式发挥作用，你需要一些方法来防止客户在你的剃须刀上安装廉价的、通用的刀片。一个解决方案是合法的：用专利保护你的刀片。

但是专利不会永久持续下去。咖啡豆专利已经开始到期，所以像奈斯派索这样的品牌现在面临竞争对手销售廉价、兼容的替代品的情形。有些正在寻找另一种解决方案：技术。正如其他公司的游戏在PlayStation上不起作用，一些咖啡公司将芯片阅读器放在机器上，阻止你偷偷摸摸地泡一杯通用的咖啡。

两部分定价模型通过施加经济学家所谓的“转换成本”而起作用。想喝另一品牌的咖啡吗？那就再买一台机器。它们在数字产品中尤其流行。如果你的PlayStation上有一个巨大的游戏库，或者你的Kindle（亚马逊网站的阅读器）中有大量图书，那要切换到另一个平台不是一件小事。

转换成本不一定是财务费用。它们可以以时间或麻烦的形式出现。比如我已经熟悉PS图像处理软件；比起买便宜的替代品，我可能更愿意为昂贵的升级支付费用，否则我还得学习如何使用。这就是软件供应商提供免费试用的原因。这也是为什么银行和公用事业公司提

供特殊的“吸引人”的利率来吸引人们：当他们悄悄地提高价格时，许多人不会费心去改变。

转换成本也可能是心理上的——是品牌忠诚的结果。如果吉列公司的市场部告诉我，使用其他刀片刮胡子效果很差，我会快乐地继续购买额外的吉列品牌的刀片。这也许可以解释另一个奇怪的事实：在专利到期后，竞争对手可以制造兼容的刀片，吉列的利润反而在增加。也许在那时，顾客已经习惯于把吉列看作是高端品牌。

但是吉列首创的两部分定价模式的效率很低，经济学家对消费者为什么支持它感到困惑。最合理的解释是，他们对两部分定价迷惑不解。要么他们没意识到后面买配件更花钱，要么是他们意识到了，但是在迷雾重重的选项中很难做出最划算的选择。和许多其他领域一样，广告价格可能误导消费者：比如，强行抬高价格，或先涨价再假装打折。这时候，只能寄希望于政府监管机构介入，并强制要求将价格明确。

世界各地的监管机构都试图找出能阻止这种混乱的规则，但事实已经证明很困难。也许这并不奇怪，因为两部分定价并非总是可恶的诱购，对于一家公司来说，这是一个完全合理和有效的收回成本的方式。例如，电力公司可能会收取一笔款项来维持与电网的连接，然后提供每千瓦小时的单位价格。但是，虽然这样的定价方案是完全有道理的，但仍然可以让客户对哪些交易是最好的感到困惑。

具有讽刺意味的是，可恶的剃须刀和刀片模型——向顾客收取诸如墨水和咖啡等基本产品的溢价，正是吉列公司追求的愿景，成为一家以尽可能低的价格生产生活必需品的、单一的联合公司。在其著作的结束语，吉列华而不实的散文达到新的高度：“来吧，来吧，加入一个势不可当的联合人民党的行列。让我们破茧成蝶，让每个人的智慧之星在大自然的真理中找到它的光芒。”显然，吉列更容易激发一种新的商业模式，而不是一种新的社会模式。

39 避税天堂

你愿意少缴税吗？一种方法是设立“三明治”式的公司组合：具体来说，是“两个爱尔兰公司”夹着“一个荷兰公司”。假设你是美国人，在百慕大开设了一家公司，并向该公司转让你的知识产权，该公司在爱尔兰设立了子公司。现在在爱尔兰又成立了第二家公司，对欧洲业务所赚取的利润进行清算。现在在荷兰开设一家公司。第二家爱尔兰公司向荷兰公司汇款，荷兰公司立即将其发回第一家爱尔兰公司。而公司的总部设在百慕大。

你感觉很无聊和困惑吗？如果是这样，这是我们必须面对的。两部分定价有时会使客户感到困惑，但与跨境税收相比，这是相对简单的模式。如何选择避税地？最好的情形是使税收机构无法掌握资金流，最坏的情形是使税收机构无法查清任何事实，煞费脑筋的会计技术能使谷歌、易趣和宜家这些跨国公司完全合法地减少其税款。

现在我们都理解为什么人们对避税感到不安。税款有点像俱乐部的会员费：逃避费用令人感到不公，但仍然期望获得俱乐部为其成员提供的服务——享受防护、治安、交通、污水处理、教育等方面利益。但避税地并不总是呈现出一个坏的形象。有时候，避税地像任何其他避风港一样运作，让遭受迫害的少数族群逃避母国的压迫政策。例如，纳粹德国的犹太人能够请求瑞士的秘密银行隐匿他们的钱。令人遗憾的是，瑞士的秘密银行很快就玷污了自己的好名声，因为它们同样乐意帮助纳粹分子隐藏非法窃取的黄金，而不愿意将黄金还给失主。

如今，避税地受到人们非议的原因有两个：避税和逃税。避税是合法的。比如上文所说的“两家爱尔兰公司”和“一家荷兰公司”的组合。法律对所有人适用：小企业甚至普通人也可以设立跨境的法律架构。只是这些企业利润微薄，甚至没有足够的钱支付会计费用。

如果普通民众希望减税，他们只能想方设法采取各种措施来逃税，而逃税是非法的，比如增值税欺诈，未申报现金付款，携带很多香烟通过“无须申报”的海关通道，等等。英国税务机关认为，很多的逃税环节源自大量违规行为，通常是不起眼的小物件，而不是富人将钱委托给承诺能够保密的银行存管，但是很难确定是否存在逃税。如果我们能够准确地衡量这个问题，那么可能逃税根本就不会存在。

不会令我们惊讶的是，银行的保密实践似乎肇始于瑞士：已知限制银行分享客户信息的第一部法律于1713年在日内瓦大议会通过。但瑞士的秘密银行在20世纪20年代真正腾飞：为偿还第一次世界大战的债务，许多欧洲国家纷纷提高税收，由此很多欧洲人千方百计地隐藏他们的财富。由于认识到对储户保密有助于促进经济增长，瑞士的银行业于1934年承诺增加保密措施，双倍提升银行业的信誉，规定认为银行披露财务信息是刑事犯罪。

当然，“离岸”如今已经成为避税的委婉说法，不过瑞士甚至连海岸线也没有。而泽西岛、马耳他、加勒比地区最著名的岛屿都已经成为实实在在的避税天堂。这种现象的形成有物流方面的原因：小小的岛屿无法形成制造业或农业的规模优势，所以发展金融服务显然是一个明智的选择。但离岸避税港兴起的真正原因是历史机遇：二战后欧洲帝国主义瓦解，英国不愿以透明补贴来支持百慕大或英属维尔京群岛的经济，而是鼓励它们发展金融业，与伦敦的产业相对接。但政府还是给予了补贴，这种补贴也许是隐性的，也许是偶然的，但税收平稳地流向了这些岛屿。

经济学家加布里埃尔·祖克曼（Gabriel Zucman）设计出了一种巧妙的方法来估量被离岸银行体系隐藏的财富。理论上说，如果将每个全球金融中心公布的资产和债务相加，这些账簿应该是平衡的，然而事实上这些账簿又不是平衡的。每个金融中心往往报告的债务比资产多。祖克曼研究了数字，发现全球债务总额比总资产高出8%。这表明至少8%的世界财富未经合法的申报。而其他的计算方法甚至得出了更高的估计值。

这个问题在发展中国家尤为严重。例如，祖克曼发现非洲30%的财富隐藏在离岸银行体系。他由此计算每年损失的税收达14亿美元。这笔巨款可以建造大量的学校和医院。

祖克曼的解决方案是增加透明度：创建一家全球公司注册机构，拥有全面的信息并结束银行保护空壳公司和信托机构的保密和匿名措施。这种办法可能有助于解决逃税，但避税是一个微妙且更复杂的问题。

设想一下我在比利时开一家面包店，在丹麦开一家乳品店，在斯洛文尼亚开一家三明治店，知道为什么这么做吗？我卖一块奶酪三明治，能赚一欧元。对于我赚取的利润，在我卖三明治的斯洛文尼亚，我应当缴纳多少税？在我卖奶酪的丹麦，我应当缴纳多少税？或是在我卖面包的比利时，我的纳税额又是多少？这里没有明确的答案。20世纪20年代，税收的上涨恰逢全球化逐渐深入，国际联盟制定了处理这些问题的议定书。议定书准许公司有余地选择在哪里制备利润的会计账目。但有一种情况为可疑的会计技巧打开了大门，比如在一个令人印象深刻的例子中，特立尼达的一家公司向一家姊妹公司出售了8 500美元的圆珠笔，结果是更多的利润登记在特立尼达这一低税收地区，而在高税收的其他地方登记的利润就较少。

这样的技巧大多数不太显眼，因此难以量化。尽管如此，祖克曼估计，55%的美国公司在一些容易被人忽略的司法管辖区实施利润过

境——这样的地区包括卢森堡、百慕大等——每年花费美国纳税人1300亿美元。另外一个估计是给发展中国家政府造成的损失多于它们从国外获得的援助。

这样的解决方案似乎可行：在全球对利润征税，各国政府设计哪些利润属于应税利润。目前已经有一个类似的公式来分配美国公司在个别州赚取的利润。

方案的实施离不开各国解决避税天堂的政治愿景。而近年来，经济合作与发展组织（OECD）已经制定了一些措施，但迄今为止还没有实施。鉴于这些措施所包含的多种因素，也许这不应该让我们感到惊讶。聪明的人从可利用漏洞赚取更多的钱，而不是试图堵塞这些漏洞。各国政府面临着通过竞相减税来刺激经济发展的压力，而有一小部分东西要比没有任何东西要好；对于棕榈树环绕的袖珍岛屿，它们甚至有理由实施零税收的政策，因为法律和会计业务的兴旺将带动当地经济的发展。

避税地主要的受益者是金融精英（包括一些政治家和许多捐赠者），这也许是最大的问题。同时，问题的性质既无趣又不明朗，削弱了选民行动的积极性。

三明治式的公司组合，任何人都可以创设？

40
含铅汽油

含铅汽油是安全的，它的发明者确信这一点。在记者招待会上面对怀疑的记者，托马斯·米奇利（Thomas Midgley）戏剧性地拿出一个四乙基铅容器——这种添加剂受到质疑，并在里面洗手。“我没有任何机会，”米奇利说，“我也不会每天都有机会这样做。”

也许，米奇利有点虚伪。他可能已经提到他最近在佛罗里达度过了几个月，为的是从铅中毒中恢复。

有些正在生产米奇利的发明物的工人并没有那么幸运，这就是为什么记者感兴趣。1924年10月的一个星期四，在新泽西州的标准石油公司，一位名叫欧内斯特·奥尔格特（Ernest Oelgert）的工人开始出现幻觉。到星期五，他在实验室周围奔跑，恐怖地尖叫起来。星期六，因为欧内斯特的精神错乱非常危险，他的妹妹报了警；他被送进医院并被强行监禁。到星期日，他已经死亡。

不到一个星期，他的实验室同事中有4个步其后尘，还有35个在医院——只有49个人在那里工作。

这一切都让标准石油公司其他地方的工人感到吃惊。他们知道四乙基铅有问题。他们把研发实验室称为“疯子油建筑”。要不是标准石油公司、通用汽车和杜邦三家公司都涉及四乙基铅汽油，它们也不会有这样的震动。俄亥俄州的第一条生产线已经在两次死亡事故之后被关闭了。新泽西州其他地方的第三家工厂发生过死亡事故；工作人员不断产生眼前有昆虫的幻觉，并试图把它们赶走——实验室被称为“蝴蝶之家”。

含铅汽油现在几乎在所有地方都被禁止。这是影响现代经济的诸多法规中的一项。然而，“监管”已经成为一个肮脏的字眼：政客们常常承诺要扫除它们；你很少听到更多的呼声。这是一种保护人们和增加商业成本的权衡。而含铅汽油的发明标志着第一次贸易争端引发了激烈的公众争论。

科学家感到震惊。给汽油添加铅真的很明智吗？当汽车将烟雾排到城市街道上时呢？托马斯·米奇利轻松地回答说：“一般街道可能没有铅，所以不可能检查出来。”他的资料是否基于数据？噢，不是的！科学家呼吁政府调查，他们调查了，不过是由通用汽车公司资助的，条件是调查结果要经过他们的认可。

媒体对欧内斯特·奥尔格特与同事中毒事件感到愤怒，这时调查报告公布，但认为四乙基铅对健康无害。公众对此怀疑。迫于压力，政府于1925年5月在华盛顿举办了一次会议，彻底摊牌。一方面，通用汽车和标准石油合资的乙基公司副总裁弗兰克·霍华德称含铅汽油为“上帝的礼物”，认为“汽车燃料的持续发展在我们的文明中是必不可少的”。另一方面，全国最权威的铅专家艾丽斯·汉密尔顿博士认为含铅汽油是一个不值得冒的风险：“有铅的地方，”她说，“铅中毒的情况迟早会发生，即使在最严格的监督下也是如此。”

汉密尔顿知道，铅中毒已经有几千年的历史。1678年，铅白（一种油漆色料）工人被描述为患有疾病，包括头晕、额头处持续剧烈疼痛，此外还有失明、智力下降等。在罗马时期，含铅的管子被用来接水；在拉丁语里面，铅叫“plumbum”，英文中的“plumber”（水管工人）就来源于这个词。即便在那时，一些人也意识到这种做法愚蠢。两千年前的土木工程师维特鲁威（Vitruvius）写道：“通过陶管接的水比通过铅管接的水更健康。”“这可以通过观察铅工人来验证，他们总是脸色苍白。”

最终，政府决定不理会汉密尔顿和维特鲁威。含铅汽油得到了发展。半个世纪后，政府改变了主意。几十年之后，经济学家杰茜卡·雷耶斯注意到了一些有趣的事情。暴力犯罪率开始下降。可能的原因有很多，但雷耶斯想知道：儿童的大脑特别容易受到慢性铅中毒的影响。不呼吸含铅汽油的孩子长大后能减少暴力犯罪吗?

美国的各个州已经在不同时期淘汰含铅汽油。因此，雷耶斯将清洁空气立法的日期与后来的犯罪数据进行了比较。她总结说，犯罪率下降了有一半多——56%——是因为汽车转向使用无铅汽油。

这并不能证明含铅汽油是错误的。当国家贫穷时，它可能会认为污染是进步值得付出的代价。后来，随着收入的增长，通过法律把环境净化起来，国家已经能够承担得起。经济学家有这种模式的名称，它被称为“环境库兹涅茨曲线”。

但是对于含铅汽油来说，这是不值得的。诚然，铅添加剂确实解决了一个问题：它使发动机能够使用更高的压缩比，这使得汽车动力更强。但乙醇也有类似效果，而且不会让你头痛，除非你喝了它。为什么通用汽车推出四乙基铅而不是乙醇？愤世嫉俗者可能会指出，任何一个老农民都可以将乙醇从粮食中提取——它不能申请专利，或其分配无利可图。而四乙基铅则可以。

评估含铅汽油的经济效益还有另一种方法：问一下，当清洁空气法出台时，让汽车改成用无铅汽油要花多少钱？杰茜卡·雷耶斯证实了这个数据是所有犯罪的成本的1/20。但不要忽略了孩子们呼吸铅之后的其他代价，比如学习吸收的知识减少了。

美国在这方面犯的错误为何持续如此之久？这是一个关于有争议的科学和延迟监管的故事，你可以告诉我们石棉、烟草或其他许多慢慢杀死我们的产品。20世纪20年代，政府要求继续进行研究。在接下来的4年里，这些研究是由乙基公司和通用汽车公司资助的科学家进行

的。直到20世纪60年代，美国大学才制定了与有关研究中的利益冲突的政策。

今天的经济并不缺少健康恐慌。转基因食品是否安全？纳米颗粒呢？Wi-Fi（无线上网）会导致癌症吗？因为不知情而产生忧虑，我们如何辨别出类似艾丽斯·汉密尔顿的忠告。我们从类似含铅汽油这样的灾害中了解到了一些研究和监管方面的东西，但你会乐观地认为问题完全解决了。

那第一个将铅放入汽油的科学家呢？总而言之，托马斯·米奇利是一个善良的人，他甚至可能相信自己每天用四乙基铅洗手也是安全的。但是，作为发明家，他的灵感似乎被诅咒了。他对文明的第二大贡献是氯氟碳化合物即氟利昂，它改进了冰箱，但破坏了臭氧层。

在中年时，受小儿麻痹症折磨，米奇利利用发明家的头脑想办法将虚弱的身体从床上抬起来。他发明了一套精巧的滑轮和绳子系统。最后绳索缠住脖子，将自己活活勒死。

41
农业中的抗生素

在中国江苏无锡附近一处破败的养猪场门口，一名外国人下了出租车。外国人的光顾令这家农户异常惊讶，因为他们的小养猪场位于坑坑洼洼的农田小道的尽头，很少会有外国人打出租车来到这，要求借用一下他们的厕所。

这位陌生人的外国人叫菲利普·林伯里（Philip Lymbery），他领导着一个名为“世界关怀农业组织”的活动组织。尽管养猪场的状况很糟糕，尽管看到母猪难受地挤在养猪场的猪圈里，他来到这里并非是要严厉指责养殖户养猪的恶劣条件。养殖户的家庭条件也不尽如人意，林伯里发现她家的厕所只是房子和猪圈之间挖的一个洞。林伯里在这里主要调查猪粪是否污染了当地的水道。他试图去附近的大型商业农场采访，但他并不受商业农场的待见。所以他临时转到一个家庭农场来碰碰运气。

农户乐意与林伯里交流，也承认把废物倒进了河道里，尽管真不应该这么做。农户给地方官员送了一些钱，废物乱排放也就没有受到什么处罚。然后，林伯里还注意到了一些事情，他发现一堆针头，仔细一看，都是用于注射抗生素的针头。他问农户，购买这些抗生素是否需要兽医的处方，农户解释说不需要处方就可以购买抗生素。无论如何，请兽医的费用是昂贵的，而抗生素便宜，她还常常把抗生素喂给猪吃，希望它们不要生病。

给猪吃抗生素的远远不止她一个人。养殖场的牲畜过于拥挤，环境也污秽不堪，是多种疾病的滋生地，常规的低剂量抗生素可以帮助牲畜预防疾病。抗生素也能使养殖动物长膘。科学家正在对肠道微生

物进行研究，以找到抗生素促进动物生长的线索；而农民不需要知道抗生素有这个功效，他们只是知道更肥的动物能卖到更多的钱。这也难怪有更多的抗生素没有给患病的牲畜注射，而是给健康牲畜注射。在快速发展的经济体内，肉类的需求随着收入的增长而逐年增长，20年来农用抗生素的使用量也翻了一番。

抗生素广泛地使用在并不是真正需要它的地方，农业并不是孤例。许多医生也难辞其咎——他们应该选择更明智的做法。那么允许人们在柜台上买抗生素的监管机构就没有责任吗？而细菌并不关心哪一方应当承担责任，只是忙着增强它们的抗药性，公共卫生专家担忧我们正在进入后抗生素时代。最近的一项评估显示，到2050年，有耐药性的虫子每年可能杀死1 000万人，超过目前死于癌症的人数。如果抗生素丧失效用，则它的货币价值难以估量，但是我们仍然尝试着去评估。目前这个数字是100万亿美元。因此，你或许会认为我们将竭尽全力维护抗生素救命的效用。悲哀的是，你想错了。

抗生素始于一次意外的发现。一位名叫亚历山大·弗莱明（Alexander Fleming）的年轻船员在其叔叔去世后，得到了一笔丰厚的遗产。得了这笔钱后，他辞了职，报名去读伦敦圣玛丽医院医学院。他后来成为步枪俱乐部的一名重要成员。射击队队长想让弗莱明毕业后留下来，于是给他找了一份工作。弗莱明就这样成为一名细菌学家。

1928年，弗莱明在回苏格兰的家度假之前，懒得清理干净他的细菌培养皿。他回来后发现一个培养皿在他不在的时候发霉了，霉菌杀死了他在培养皿中培养的细菌。

弗莱明尝试制造更多霉菌做进一步研究；不过，他不是化学家，无法做到生产出足够多的霉菌。他对外发表了自己的研究结果，却无人理会。10年后，更偶然的事情出现了。牛津大学的恩斯特·钱恩

（Ernst Chain）在翻阅医学期刊时偶然读到了弗莱明的旧文章。而钱恩是一位优秀的犹太化学家，二战前逃离了纳粹德国。

钱恩和他的同事霍华德·弗洛里（Howard Florey）想要分离和纯化足够的青霉素，以展开进一步的实验。这需要数百升的发霉液体。他们的同事诺曼·希特利（Norman Heatley）用牛奶搅拌器、浴缸、从当地的陶器公司定制的陶瓷床盆、橡胶管、饮料瓶和门铃组装了一个看起来很疯狂的装置。这个装置被称为复杂而不实用的系统（Heath Robinson system）。他们雇了六个女孩来操作这个装置。这六个女孩后来被称作“盘尼西林女孩”。

第一个接受试验的病人是一名43岁的警察，他的脸颊在修剪玫瑰时被刮伤，引发了败血症。希特利的临时系统不能很快地生产青霉素，青霉素用量不够大，警察不治身亡。可是，到了1945年，第一批大量生产的抗生素，即青霉素正式投入生产。钱恩、弗洛里和弗莱明共同获得了诺贝尔奖。弗莱明在颁奖仪式上向世界发出了慎用抗生素的警告。弗莱明说：“实验条件下，微生物暴露在非致死剂量的抗生素下时，很容易就会产生耐药性。”弗莱明担心“无知者”用药不足，使体内微生物耐药性增强。然而，问题并不在于无知。我们清楚风险，但面对着这些利好时却忽视其风险。

假如我生病了，也许是病毒引起的，这意味着抗生素对我没用。即使是细菌引起的，我的身体也有可能最终消灭它们。但是，如果抗生素可能使我更快地康复，我自然倾向于使用抗生素。再比如，我经营着一家养猪场。为我的猪注射常规小剂量的抗生素是培育抗生素耐药菌的完美方法。不过，那不是我所担心的。我唯一关心的是注射抗生素能不能让我的猪长得更好，卖更多钱，让买药钱不白花。这是典型的公地悲剧，即每个人都理性地追求自身利益，最终造成集体灾难。

在20世纪70年代之前，科学家们不断地寻找新抗生素：当细菌对一种类型的抗生素产生抗性时，我们便可以引入另一种抗生素。不过，这口抗生素升级的油井很快就枯竭了。新的抗生素有可能会再次出现。比如，一些研究人员研发出了一种有望在土壤中发现抗菌化合物的新技术。然而，还是激励机制的问题。世界真正需要的是我们提供能在最紧急时刻使用的新型抗生素。但是，一种不常使用的产品对于制药公司来说并非摇钱树。我们需要制定更好的激励措施鼓励更多的研究。[注]

我们需要更理性的规则来规制医生、农民如何使用抗生素。丹麦为世界各国做出了典范——这个以腌肉闻名全球的国家，对于国内生猪养殖过程中的抗生素使用有着严格的管理体系。其中一个关键做法就是改进其他法规，扩大农场动物的生活范围和提升其卫生程度。这就降低了疾病传播的概率。最近的研究表明，当动物在更好的条件下成长时，常规小剂量的抗生素对其生长的影响很小。

无锡的养猪场老板心地不坏。她显然不明白过度使用抗生素的后果。即使她明白，在相同的经济刺激下，恐怕她还是会过度使用抗生素。这种经济刺激，才是需要人们做出改变的地方。

---

1. 一线光明：第32章讨论的有关时钟的创新奖，特别是由五个捐助国的政府和盖茨基金会资助的“肺炎球菌预先市场承诺”，目前已经大范围地推广肺炎球菌疫苗。

42
移动支付

阿富汗的53名警察在检查自己的手机时，发现有些差错。他们知道他们是试点项目的一部分，看看公共部门的薪酬是否可以通过新的移动货币服务M-Paisa(注)支付。参与项目可以加薪，可他们忽略了这一快乐细节吗？或有人打错了钱给他们？消息说他们的薪水比平常高很多。

事实上，这笔钱本来就是他们应该得到的。但是以前，他们的工资都是现金，是通过上级官员从政府部门拿到的。但在某个环节，有些现金已经被扣除——大约30%。

确实，有关部门很快意识到，每十名警察中就有一名警察并不存在，而他们一直尽职尽责地付给“这名警察”现金。

警察很高兴，因为他突然领到了自己的全额薪水。而他们的队长就没那么开心了，因为他们的油水没了。据报道，有一位队长非常生气，他主动让警察们免去访问M-Paisa代理的麻烦：把你的手机和密码给我，我帮助你们领工资。

阿富汗是一个发展中国家经济体，目前正受到移动货币影响——通过短信发送付款的能力。无处不在的报刊亭出售预付费手机通信时间，其功能就像银行网点：你存入现金，代理人给你发短信，把金额加在你的余额上，或者你给代理人发短信，她会给你现金。你可以把你的一些余额发给其他人。

这一发明源自好几个地方。首先在肯尼亚兴起，始于2002在约翰内斯堡举行的一次演讲。发言者是沃达丰（Vodafone）的尼克·休斯（Nick Hughes），他在出席可持续发展问题世界首脑会议。尼克·休斯的演讲主题是如何鼓励大公司将研究资金分配给看似有风险，但可能有助于贫困国家发展的设想。

这个问题的答案来自其中一位观众：英国国际发展部的官员。英国国际发展部有资金投资“挑战基金”，以改善金融服务的覆盖面。手机看起来有趣：英国国际发展部已经注意到非洲的移动网络客户将预付话费作为一种准货币，彼此间可以转账。所有英国国际发展部的人员给了休斯一个建议：假如英国国际发展部捐助100万英镑，而沃达丰也做出同样的承诺，这有助于休斯的想法吸引老板的注意吗?

确实有。但休斯最初的想法并不是要解决公共部门的腐败问题，也不是任何其他移动货币现在正在投放的富于想象力的用途。这是一个更为有限的问题——微金融，这是当时国际发展中的热门话题。数以百万计的创业者穷得连银行系统都无法应付，所以他们无法得到贷款。他们只要能借一小笔钱——也许只够买一头牛，或者缝纫机，或者摩托车——就可以开始生意兴隆了。休斯想探索让小额贷款客户通过短信偿还贷款。

2005年，休斯的同事祖西·朗尼已在肯尼亚沃达丰参股的移动网络公司Safaricom。这个试验项目并非注定会成功。朗尼回忆说，他们在一个闷热的铁皮棚进行培训，附近足球比赛的噪声四起，而小额信贷客户也不理解。在她能解释M-Pesa之前，她要先解释如何操作基本的移动电话。

然后人们开始使用这项服务。很快他们就清楚地知道，他们不仅仅是向小额信贷机构偿还贷款，而是在全方位使用它。朗尼很好奇，派出人员去看看发生了什么。

有一个参与试点项目的女人说，她丈夫被抢劫了，她发短信给她丈夫转了些钱，让他能坐公交车回家。还有的人说他们使用M-Pesa避免在路上被抢劫，在旅行前存入钱并在到达时取出。商家可把钱存过夜，而不是放在保险箱里。人们互相支付服务费。城市工人使用M-Pesa汇款给在农村的亲戚。这比以前的选择更安全，以前他们都是把现金包在信封委托巴士司机捎回去。

朗尼意识到他们正在做一件大事。

M-Pesa推出仅仅8个月后，已经有100万人注册登记，现在是2 000万左右。两年内，M-Pesa转账额达到肯尼亚GDP的10%——后来发展到占GDP近一半。

很快肯尼亚的M-Pesa服务亭的数量达到自动取款机数量的100倍。M-Pesa是教科书式的技术“跨越”：由于其他方案欠发达，新发明迅速传播。手机让非洲人跳过经常不够用的有线通信网络；M-Pesa则暴露出他们的银行系统通常效率太低，无法从低收入者中获利。

如果你已经接入了金融系统，你很容易同意支付公用事业账单并不需要花费数小时的时间去办公室和排队，或者你有一个比放在床垫下更安全的地方保存积蓄。

大约有20亿人仍然缺乏这种便利，尽管这个数字正在迅速下降——主要是由移动货币驱动的。大部分肯尼亚最穷的那些人——每日收入低于1.25美元的——几年之内用上了M-Pesa。

截至2014年底，移动货币占发展中国家市场的60%。有些地方，比如阿富汗，很快就接受了它，虽然其他方面甚至都还没达到相应水平。大多数发达国家的客户没有选择通过短信转账资金，尽管它比银行应用程序简单。为什么M-Pesa在肯尼亚快速发展？一个很大的原因

是银行和电信监管机构放松的做法。在其他地方，官僚们并非总是如此。

根据一项研究，肯尼亚农村家庭最喜欢M-Pesa的是家人寄钱回家的便利，但还有两个好处影响更为深远。

第一个是阿富汗警察发现的——处理腐败问题。在肯尼亚，同样的，司机很快意识到警察不会在M-Pesa受贿：它将与他们的电话号码绑定，可以作为证据。在许多地方，腐败盛行：在阿富汗，贿赂占国内生产总值的1/4。

肯尼亚城市周围载客的小巴士，每年因盗窃和敲诈勒索减少1/3的收入。你可能会想，然后，小巴士经营者会欢迎肯尼亚政府宣布小巴士使用移动货币，如果司机没有现金了，他不能被索贿。但是很多人都拒绝了，原因并不难理解。现金交易不仅有助于腐败，而且还有助于逃税。小巴士司机突然意识到当收入是可追溯的，他也应纳税。

这是移动货币的第二个大好处：扩大税收基础，把灰色经济合法化。从腐败的警察指挥官到逃税的出租车司机，移动资金最终会导致文化上的巨大变化。

---

1. Paisa（派萨），印度、尼泊尔、巴基斯坦等地的货币单位。下文的Pesa在肯尼亚是“钱”的意思。——译者注

43
产权登记

现代经济中的一些最重要部分是看不见的。你看不到无线电波。你看不到有限责任。

根本上说，或许我们看不到产权，但可以听到它们。

25年前在印度尼西亚巴厘岛，当秘鲁经济学家漫步在景色怡人的稻田小道时，他就得出了这样的结论。当他离一家农场越来越近时，一只狗汪汪地朝他叫。突然，这只狗的叫声停了下来，然后，又一只猎犬开始狂吠。在那里，一家农场和另一家农场之间的界限没有任何标记——但是那些狗都清楚地知道边界在哪。这位经济学家的名字是埃尔南多·德索托（Hernando de Soto）。他回到印度尼西亚首都雅加达后，会见了印尼的五名内阁部长，与他们一起探讨建立正式产权制度的事宜。他对部长们坦言："你们已经了解到需知晓的全部信息，现在只需要问问巴厘岛的狗就知道哪块地是哪家的了。"

埃尔南多·德索托在发展经济学领域享有盛名。他强烈反对秘鲁的光辉道路组织，这使得他成为光辉道路组织暗杀的目标，三次行刺他均遭失败。他的主要想法是确保法律制度能够像巴厘岛的狗一样被看得清清楚楚。

而我们正在超越自己。印度尼西亚政府试图正式确立产权制度，但许多国家的政府都采取了相反的态度。比如在20世纪70年代的中国，当时认为任何人都可以拥有任何东西属于典型的资产阶级思想。官员告诉处于农村集体经济中的农民，个人不拥有自有产业，一切产业统归集体。

而这种公有制度实在是太糟糕了。如果一个人什么也没有，政府拿什么激励人们努力工作，去投资和改良土地的耕种？集体所有制农业使农民陷入绝望和贫困。1978年的小岗村，一些农民偷偷开会，同意放弃集体耕作，分田包干，上交了集体配额后各自留存剩余的粮食。这在当时是不允许的，而秘密合同被农民们隐藏起来了，不让官员知道。

农民们后来发现，包干的结果是他们田地里一年的收成比过去5年还要多。而当时这种做法是非常危险的：农民们可能会受到批判乃至判刑。但是幸运的是，中国有了一位新的领导人：邓小平。邓小平知道他们在做惠及广大农民的试验之后，于1978年推动了中国的改革开放。

中国的经验表明，产权制度具有非常强大的推动力，而且一直以来，人类社会都以非正式的方式处理产权事宜。但是，埃尔南多·德索托认为非正式的群体协议能做的事情非常有限。如果我的邻居都认可我拥有自己的房子，这意味着我能以某些重要的方式来利用它。我可以睡在房子里，可以对厨房重新喷漆或者对厨房予以全新的改装。如果有窃贼试图闯入，我可以大声呼救，这样我的邻居会来帮我。

但在一个关键的方面，我的邻居承认我拥有自己的房子并不能对我有所帮助，比如他们的承认并不能帮我获得贷款。

任何人提升信用额度的标准方式是将不动产做抵押，这是因为土地和建筑物的价值往往会增加，并且债务人很难隐藏不动产。

但是，如果我想用我的房子做抵押申请银行的贷款，以便获得资金设立一家企业或者对厨房进行全新改装，我需要证明房子确实是我的房子。如果我不偿还贷款，银行有信心从我手中获得房子的所有权。而如果在我获得商业贷款的地方如同在我房子的所在地那样对房

子具有同样的控制力，我们需要看不见的法律制度和银行系统所利用的信息网络。

在埃尔南多·德索托看来，这个看不见的网络显示了房子作为一种资产（我拥有的东西）与房子作为资本（金融体系认可的资产）之间的区别。

很显然，贫穷国家的大量资产被非正式地持有——德索托称之为“僵尸资本”，因为它们无法用来获取贷款。他的估计是，在21世纪初，发展中国家的僵尸资本大约达10万亿美元，人均约有4 000多美元。其他研究人员认为高估了这些僵尸资本的价值，真正的数字大概是3万亿到4万亿美元。即使是后者，数额仍然巨大。

但资产如何才能成为资本？如何编织隐形网络？有时，这些事情需要自上而下地推动。在拿破仑时代的法国，政府所设立的不动产登记局也许是法学界所认可的世界第一家不动产登记机构。拿破仑需要通过征税来支撑其连续不断的战争，不动产是一个很好的征税目标。所以他宣布将法国的所有不动产详细绘制图册，并对不动产的所有权进行登记。这样的图册被称为“地籍簿”。拿破仑自豪地宣称，包裹中的地籍簿是我的《民法典》的补充文件。在征服瑞士、荷兰和比利时之后，拿破仑还为当地建起了地籍簿。

在19世纪中叶，对土地进行登记的意识也迅速传播到大英帝国。国家测绘师制作不动产图册，土地管理部门颁发不动产所有权证书。这种做法快速而又有效；当然，当时几乎没有人对这种登记感兴趣，因为大部分的划拨土地也是从宣称对该土地拥有所有权的土著手中没收来的。

在美国，也有一种自下而上的做法。经过数十年来将擅自占地视为犯罪的法律实践，国家开始认为擅自占地者是土地权利的大胆先行者。美国政府试图制定非正式的不动产权利，利用1841年《优先权利

法》和1862年《宅基地法》来规范非正式不动产索赔。然而，几千年以来一直在那里繁衍生息的土著的权利受到漠视。

这显然是不正义的，但这样做是有利可图的。对抢夺的土地享有法律承认的不动产权，这些土地登记手段解除了数十年来投资和发展的桎梏。一些经济学家——最突出的是埃尔南多·德索托本人——认为，今天发展中国家设立不动产登记和绘制地籍簿的最佳方式同样是自下而上承认非正式不动产权利的过程。

但是，不动产登记的改进是否真的释放了德索托所称的僵尸资本？答案当然是“视情形而定”。这取决于是否有一个可供借贷的银行体系以及一个值得借贷投资的经济体。

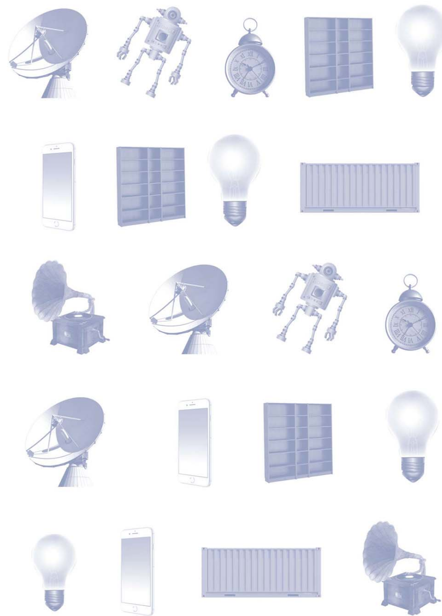
这也取决于不动产登记机构的运作情况。德索托发现，埃及不动产的合法登记涉及77道程序和31家不同的机构，并且需要花5~13年的时间。菲律宾的不动产登记比埃及复杂两倍，共有168道程序、53家机构，并且还有13~25年审批等候期。面对这样的障碍，即使是正式注册的不动产也将很快再次变得非正式——下一次房地产交易时，买方和卖方都会认定将交易正式化所耗费的时间太长。

如果能使不动产登记走上正轨，效果会出奇地好。例如，在加纳，具有明确转让权的农民会在土地上投入更多的资金。在世界各地，世界银行发现，收入和经济增长得到管控之后，不动产登记越简单、越快捷的国家，腐败程度越低，灰色市场活动越少，信贷越多，私人投资越多。

不动产登记机构占有奇特的政治地位。一方面，人们要求政府放手不动产登记，为企业家腾出空间。另一方面，民众敦促政府推进不动产登记、参与经济活动。创设并维持不动产注册是一项位于维恩图解重叠区的活动：如果德索托是正确的，政府必须采取行动，但应当尽量减少烦琐的手续。

与此同时，不动产登记并未普及、不受欢迎甚至不为人所知。但如果没有不动产登记，许多经济体将会日益衰败。

VII
发明车轮



正如我在导言中所写的，本书试图找出50个关于发明如何影响现代经济的启发性故事，当然，这并不是试图定义经济史上最重要的50项发明。没有人能指望在这些问题上达成一致。但如果我们尝试，有一个肯定会出现在大多数人的清单上——轮子。

本书中没有讲到轮子，部分原因是因为你需要一整本书来讲轮子。在现代世界，我们被轮子包围，从明显的（汽车、自行车和火车）到微妙的（你的洗衣机里的滚筒、电脑的冷却风扇）。考古学家认为，最早的轮子可能不像你想象的那样用于运输，而是用于制作陶器。你可以合理地将轮子的发明归因于你柜子里的陶器。

但本书确实包含了大量隐喻的轮子：简单的发明已经将工作做得很好，“重新发明轮子”将是愚蠢的。我们已经看到了这些“轮子”中的一些——犁是一个，运输集装箱是另一个，铁刺网也是如此。最终的“轮子”之一就是写作的想法。

人们总是可以尝试改进这些想法，但在每种情况下，基本概念都是非常有效的。我不得不承认，在写这本书时，我最喜欢的发明就是轮子。

44
纸

谷登堡印刷机：美因茨（Mainz）的一位名叫约翰内斯·谷登堡的金匠在15世纪40年代的发明，被广泛认为是一个人类历史上具有划时代意义的发明。谷登堡想出了大量制造耐用金属印刷机的办法，还可以对印刷机进行维修以便保证数百页的批量印刷。印刷机灵活方便，可以印制各种完全不同的页面。谷登堡的著名圣经印刷精美，足以媲美修道士的书法作品。闭上眼睛，可以想象明快的黑色拉丁语脚本，完美组成两个密集的文本块，偶尔用红墨水凸显。

实际上，关于谷登堡的历史地位存在争议。他没有发明活字印刷——那是中国人发明的。就在谷登堡在欧洲的市中心发明印刷术之时（现代美因茨在德国西部），韩国人放弃了整个书写体系，为了使印刷更容易，将成千上万的字符减少到28个。人们常说，谷登堡一手创造了大众文化，事实也并非如此——早在六七百年前阅读在阿巴斯哈里发帝国就已出现，主要在中东到北非一带。

不过，谷登堡的印刷术改变了世界。它导致了欧洲的改革，以及科学、报纸、小说、学校教科书等其他许多东西的产生。但如果没有另一项发明，也不可能做到，这一发明同样重要，但常常被忽视：纸张。

纸是中国人的又一创意。从两千多年前开始，起初，中国人用它来包装贵重物品，但不久就开始在上面写字——纸比竹子轻，而且比丝绸便宜。纸很快受到阿拉伯世界的欢迎[注]。欧洲的基督徒直到很久以后才接受纸张；纸在谷登堡印刷术出现前几十年才来到德国。

为什么花了这么长时间？欧洲气候潮湿，需要的纸张与阿拉伯人生产的纸张稍有不同。但真正的障碍是缺乏需求，几个世纪以来，欧洲人根本就不需要这些东西，他们有羊皮纸。羊皮纸价格昂贵：羊皮纸圣经需要250张羊皮，但很少有人具备读写能力，所以这几乎无关紧要。随着商业的兴起，工作中合同和账户之类的需求越来越多，阿拉伯人便宜的书写材料开始受到关注。廉价纸张的存在使印刷行业更有吸引力：排版设计成本通过长期经营就能轻而易举抵消。这意味着要么继续大量宰羊，要么使用纸张。

印刷只是纸张用处的冰山一角，纸张可以装饰墙壁，比如墙纸、海报和照片；可以用以过滤茶和咖啡；可以包装牛奶和果汁；可以作为瓦楞纸板用于建筑物。一位名叫蒂娜·奥夫塞皮安（TinaHovsepian）的建筑师建造了cardborigami——受折纸启发的防水纸板结构，可以折叠、运输，在急救现场一小时内可以组装完毕。

纸张类型丰富，有包装纸、防油纸和砂纸；有餐巾纸、纸收据和纸票。在电话和电灯泡诞生的19世纪70年代，英国穿孔纸公司生产了一种柔软、牢固、吸水性强的纸张——世界上第一种专用卫生纸。

纸可以显得像艺术般迷人，但它其实是典型的工业产品，生产规模令人难以置信。事实上，欧洲基督徒最终接受纸张以后，他们创造了欧洲大陆第一重工业。最初，他们将棉花打浆来造纸，他们需要某种化学物质来分解原料。尿液中的氨效果不错，所以，几个世纪以来，欧洲造纸厂散发出尿骚味，因为用于打浆的脏衣服都浸泡在尿液里。制浆还需要大量的机械能：纸生产早期遗址之一，意大利的法布里亚诺（Fabriano），用快速流动的溪流发电驱动落锤。

一旦浸软，棉花的纤维素便游离而出，漂浮在浓汤中；然后将浓汤滤干，使之干燥，纤维素变成柔软而又牢固的垫子。多年来，制作过程不断创新：脱粒机、漂白剂、添加剂——每一个设计都使造纸更快更便宜，当然也导致纸的表面更脆弱，随着时间的推移泛黄、易

碎。纸张成为廉价产品——适合中产阶级日常生活中记录使用。到1702年，纸非常便宜，用来制造一种产品，使用24小时就扔掉：《每日新闻报》，世界上第一份日报。

然后，一场几乎不可避免的工业危机发生：欧洲和美国变得如此渴望纸张，导致破布用完。情况变得如此绝望，甚至战争结束后拾荒者们在战场上翻找，将血淋淋的制服剥下来卖给造纸厂。造纸的另一种来源是纤维素：木材。中国人早就知道该怎么做了，但这个想法在欧洲起步很慢。1719年，法国生物学家勒内·安托万·弗尔绍·德雷奥米尔（René Antoine Ferchault de Réaumur）撰写科技论文指出，黄蜂可以通过咀嚼木头做纸巢，为什么人不可以呢？多年来他的创意一直被忽视，重新得到重视后，造纸商发现木材并不是更好的材料——它的纤维素含量还不如棉布高。到19世纪中叶，木材成为欧美地区造纸的重要来源。

如今，越来越多的纸张回收利用，特别是在中国。上海南部130英里（209.21千米）处的宁波造纸厂出现纸板盒。它被用来包装一台手提电脑，这个盒子通过运输跨越太平洋，笔记本电脑被提取出来，盒子被扔进西雅图或温哥华的回收箱，然后运回宁波，再打浆做成另一个盒子。该过程可以重复六或七次，除非纸纤维本身变得太柔软而无法使用。

然而，说到书写，有人说，纸的日子已经屈指可数——计算机将引领“无纸办公”的新时代。问题是，自19世纪末以来，托马斯·爱迪生就预言了无纸化办公室。还记得蜡筒吗？就是用于制造唱片，最终导致音乐家收入巨大不平等的技术。爱迪生认为它们将被用来取代纸张：办公室备忘录将被记录在他的蜡筒上，甚至爱迪生也并非都正确——说到纸张的消亡，其他许多学者更显得愚蠢。

随着20世纪70年代计算机开始进入工作场所，无纸化办公的想法真的流行起来了，在接下来的20多年，这一想法在未来学家的报告中

屡屡提到。与此同时，纸张销售却一直在继续繁荣：是的，电脑使文件发送变得很容易，但是电脑打印机也使文件接收者同样容易把文件打印到纸张上。美国的复印机、传真机和打印机不断吐出普通办公用纸，每5年使用的纸张铺在一起可以覆盖整个国家。过了一段时间后，无纸化办公的想法变得不那么像预言，而更像是一个笑柄。

也许情况终于在改变：2013年世界用纸达到高峰，此后全球纸消费量最终开始下降。许多人可能更喜欢翻书或翻报纸的感觉，而不是滑动屏幕。但数字发行的成本已经非常低，人们有了更便宜的选择。最后，数字技术对纸张的影响，正如纸张在谷登堡印刷的帮助下对羊皮纸的影响——不是在质量上，而是在价格上打败它。

纸张的使用量可能正在下降，但很难想象它会消失，正如难以想象车轮本身可能消失一样。它不仅能在超市货架上或厕所旁边存活，而且还能在办公室里生存。旧技术有经久耐用的习惯。我们仍然使用铅笔和蜡烛。世界生产的自行车比汽车还多。纸从来就不是只用于谷登堡圣经的漂亮排版，它是日常用品。对于随笔、画图和涂鸦来说，没有什么比信封背面更方便的了。

---

1. “令”（ream）——500张纸——这个词来自阿拉伯语“rizma”，意思是一捆或一扎。大多数和纸有关的英文单词其来源都不受关注：无论是拉丁语的“papyrus”（纸莎草纸）还是希腊语的“Khartes”（草纸）指的都是埃及的芦苇，而不是真正的纸。纸莎草纸不太适合用来做书，因为容易折断，边缘处容易起皱、磨损。

45 指数基金

先看一个问题，世界上最好的金融投资是什么？

如果有一个人知道答案，这个人就是巴菲特——世界上最富有的投资者和世界上最富有的人之一。他的资产达数百亿美元，都是他在几十年的精明投资中逐渐积累的。巴菲特会给我们什么样的建议？在他写给妻子的一封信当中，他告诉家人在他死后应当如何投资。目前这封信已经发布到网上，任何人都可以上网阅览。

一些指引：选择你可以想到的最普通的投资，把几乎全部资产投入到成本极低的标准普尔500指数基金。

没错，要投资就投指数基金。指数基金的确很普通，通过购买一些东西来动态跟踪市场，而不是聪明地选择股票去抗衡市场，但巴菲特自己能在半个多世纪睿智地持有那种能抗衡市场的股票。

如今指数基金似乎完全是自然的——投资规则的一部分。但在1976年之前，指数基金还不存在。

在持有指数基金之前，我们需要一个指数。1884年，一位名叫查尔斯·道的财经记者萌发了一个聪明的想法，他选取一些知名公司股票的价格计算它们的平均数，然后公布平均数的上涨和下跌。他最终不仅成立了道琼斯公司，而且还创办了《华尔街日报》。

除了整体跟踪股票的动态外，道琼斯工业平均指数并没有刻意做其他事情。但是，由于道琼斯指数，专家们现在可以谈论股市上涨2.3%或者下跌114点。紧随其后的是日经指数、恒生指数、纳斯达克指

数、富时指数，最著名的则是标准普尔500指数。这些指数迅速成为世界各地商业报告中不可或缺的素材。

之后，在1974年秋天，世界上最著名的经济学家对指数基金发生了兴趣。这位经济学家的名字是保罗·萨缪尔森。他对经济学的实践和教学方式进行了变革，使其更像数学、更像工程学，而不太像辩论学会。他所著的《经济学》一书位列美国各学科教材的畅销书榜单。他是第一位获得诺贝尔经济学奖的美国人，还曾给肯尼迪总统提过建议。

萨缪尔森证明了金融经济学中最重要的观点：如果投资者理性地思考未来的情况，股票和债券等资产的价格应当会随机波动。这似乎是矛盾的，但直觉是所有可预测的波动已经发生了：很多人会买一只明显便宜的股票，然后价格会上涨，之后这只股票不再便宜。

这个观点已经被称为有效市场假说。这可能不太真实——投资者不具有完全的理性，一些投资者更在意有没有股票投资，而不是去冒经过审慎判断的风险。但有效市场假说是真实的，更确切的事实是，任何人要获得高于市场平均收益的难度更大。

萨缪尔森审阅了相关数据后，他尴尬地发现：就投资行业而言，大多数专业投资者并没有获得高于市场的平均收益。而有些投资者某些时候业绩不错，但不错的业绩往往不能持续。投资收益有很多运气成分，很难判断是运气还是技能使投资者受益。

在一篇名为《判断的挑战》的文章中，萨缪尔森认为，大多数专业的投资者应当像做管道工程那样有所为有所不为。而萨缪尔森又进一步解释说，由于专业投资者似乎无法获得高于市场的平均收益，需要有人创建一个指数基金——普通人投资整个股票市场的方式，而无须普通人付出一笔款项让华而不实的专业基金经理在不断失败的尝试中变得精明。

在这一点上，发生了一些有趣的事情，一名务实的商人——约翰·博格事实上已经注意到专业经济学家的撰文。约翰·博格刚刚创立了一家名为“先锋”的公司，其任务是向普通投资者提供简单的共同基金——这种基金无须天天盯守，没有浮华的内容并且费用低廉。相比世界上最受敬重的经济学家的建议，还有什么可以比指数基金更简单和便宜？所以博格决定要让保罗·萨缪尔森的愿望成真。他成立了世界第一个指数基金，并等待投资者进入。

一开始并不顺利。当保罗·萨缪尔森于1976年8月推出第一个指数投资信托时，该尝试失败了。投资者对仅承诺普通业绩的基金不感兴趣。金融专业人士也讨厌这个观点——有些甚至说这是非美国人的东西。这的确不啻给了萨缪尔森他们一记耳光。博格实际上说：“不要让这些人选择股票，因为他们的选择可能还不如随机的选择。我也许不能比他们做得更好，但至少我收费更低廉。”人们则将先锋指数基金称为“博格的愚蠢”。

但是，博格坚定自己的信念，渐渐地先锋指数基金在人群中流行开来。活跃的基金毕竟代价会昂贵一些，毕竟它们交易频繁，股票的买入和卖出是为了赚上一笔。人们慷慨地付费给分析师，让分析师飞来飞去地与公司董事见面打探消息。或许年费听起来不算太多，只收取1%或2%，但是年费很快就会增加：如果投资人要退出，1%的年费可以轻松地抵消退出资金的1/4乃至更多。现在如果分析师的业绩一贯高于市场的收益，那么投资者也没有白花钱。但萨缪尔森的研究表明，从长远来看，绝大多数情况下分析师并不能带给投资者高于市场的收益。

随着时间的推移，超便宜的指数基金完全成为活跃基金的可信赖替代物——且没有任何费用。因此，博格的基金肯定会逐渐增长，并且越来越多人会仿照着这样做——每一个人被动地跟踪一些宽泛的财务基准或其他基准，每个人都利用了保罗·萨缪尔森的基本观点，即如

果市场运行良好，我们不妨闲下来顺势而动。在博格发起指数基金40年之后，40%的美国股票市场资金都是被动地顺势而为，而不是投资于积极选择的股票。你可能会说，剩下60%的资金依然属于投资人积极主动的选择。

指数投资象征着经济学家们有力量改变他们研究的世界。当萨缪尔森和他的继任者阐发有效市场假说的观点时，他们改变了市场自身的运作方式——可能导致运转得更好，也可能更坏。这不仅仅是指数基金，在经济学家解决了如何评估金融产品的价值之后，其他金融产品（如衍生金融产品）也在兴起。一些学者认为，有效市场假说本身在金融危机中起了一定的作用，它鼓励一些按市值计价的会计行为，即银行会计师通过查看银行资产在金融市场上的价值来确定该资产的价值。这种会计风险有可能导致自我强化的繁荣和萧条，原因是金融市场已经转移，每家企业的账簿顿时在同一时期看似辉煌无比或者黯淡无光。

可以理解的是，萨缪尔森本人认为指数基金改变了世界。指数基金存留了普通投资者几千亿美元资金。这是一笔很大的交易：对许多人来说，晚年时是过着穷困拮据的日子还是过着相对舒适的日子就全靠指数基金的收益了。2005年，萨缪尔森本人90岁时，他在一次演讲中提到要给博格信用额度。他说："我把博格的发明与轮子、字母表、谷登堡印刷、葡萄酒和奶酪的发明相提并论，共同基金从未使博格变得富有，但是提高了共同基金所有者的长期回报。这是太阳底下的新兴事物。"

46
S形弯管

“不要再假装斯文，”1858年伦敦的《城市新闻》发表了一篇社论说，“臭气熏天！”

这里的“臭气”部分是比喻，显然就是讽刺政府没能解决好问题。随着伦敦人口的增长，城市排泄物处理系统严重不足。粪坑较易泄漏、外溢并散发出爆炸性的沼气，为了缓解压力，当局竟然开始鼓励将排泄物排入下水道。问题来了：下水道最初的设计是只用于排水，并直接流入泰晤士河。

此外还有字面意义上的“臭气”——泰晤士河变成了一条开放的下水道。杰出的科学家迈克尔·法拉第乘船旅行时受到触动，于是给《泰晤士报》写信。他把河水描述成“不透明的淡棕色液体……桥附近的污物犹如乌云密布，漂浮在河水表面，随处可见”。气味，他说，“很不好……和现在街道下水井里的气味一样”。

之后，霍乱爆发，导致14 000名伦敦人死亡，几乎每100人中就有一人死亡。土木工程师约瑟夫·巴泽尔杰特（JosephBazalgette）计划将下水道封闭，并将垃圾排放到远离城市的地方，这个项目迫使政客无奈批准。

法拉第在信末恳求“那些行使权力或负有责任的人”对问题要引起重视，否则炎热季节一到，谁也无法逃避，那时候会发现现在的粗心大意有多么愚蠢。三年后不出所料，1858年的夏天异常炎热，伦敦的黑臭河道让人无法回避，或用“假装斯文的方式”委婉地讨论“熏天臭气”。

如果生活在一个卫生设施现代化的城市里，很难想象日常生活中弥漫着令人窒息的人类排泄物的恶臭是什么样子。为此，我们有许多要感谢的人——其中最出人意料的人物当属亚历山大·卡明（Alexander Cumming）。

在“熏天臭气”出现前一个世纪的伦敦，钟表匠卡明因掌握复杂的力学而闻名：他担任经度奖（the Longitude prize）的评委，激励约翰·哈里森（John Harrison）制造出世界上最好的计时器。

乔治三世委托卡明制作一台用于记录大气压力的精密仪器，卡明发明了显微镜用薄片切片机，一种切割超细木片用于显微镜分析的装置。但卡明改变世界的发明和精密工程没有任何关系，他发明的S形弯管正是冲水马桶需要的材料，有了它也就有了现在的公共卫生设施。

以前，厕所无法解决异味问题：连接厕所和下水道的管子将粪便冲走，但异味也会从里面散出——除非能将其密封。

卡明的解决方案很简单：使用弯曲管子。水沉在里面，阻止异味上升；冲完后水再补充。S形弯管再到U形弯管，冲水马桶更是让人拍案叫绝：卡明的发明几乎无须任何改进。

然而，冲水马桶的首次亮相来得有点慢：到1851年，在伦敦水晶宫的大型展览上，冲水马桶仍然很新奇，让人兴奋不已。使用冲水马桶需花费一便士，这样英语中产生了小便的委婉说法：“花一便士”（to spend a penny）。成千上万的伦敦人排队等候解手，对现代管道的神奇感到不可思议。

如果这个大展览给伦敦人留下了什么印象，那就是公共卫生设施可以是干净和无气味的。那么政客们因为要为巴泽尔杰特下水道寻找资金而拖延时间，无疑会加重民众的不满情绪。那些计划并不完美，当时人们错误地认为气味会引起疾病，所以要求将污水排放到泰晤士

河下游。事实上，将污水排放到下游在很大程度上解决了饮用水受污染的问题。现在那些经历人口爆炸、基础设施紧张的城市，比19世纪80年代的伦敦有更多值得借鉴的经验。

但是，密集人口导致的公共卫生问题仍未完全得到解决。如法拉第所言，关键是如何使“行使权力或负有责任的人”组织起来。根据世界卫生组织的统计，世界上“卫生设施得到改善”的人口比例从1980年的1/4上升到如今的2/3左右，这已向前迈进了一大步。

尽管如此，仍有25亿人的卫生设施尚未得到改善，“改善卫生设施”其实是一个很低标准，它的定义是：“将人类排泄物与人类隔离”，但这并不一定包含要处理好排泄物。世界上只有不到一半的人口能够使用公共卫生系统来达到这一标准。

卫生设施长期得不到改善，会导致其他费用的增长，从腹泻疾病的医疗保健费用到有卫生意识的游客流失造成的损失。世界银行的“卫生经济倡议”试图把各个国家的情况综合起来，比如，它认为卫生设施的不足会消耗掉GDP的1%或2%；在印度和孟加拉国则超过6%；柬埔寨7%。综合起来看很快会发现：那些卡明S形弯管使用多的国家整体上会因此更加富裕。

现在面临的问题是，公共卫生不是市场必然选择的东西。建厕所要花钱，但在街边大小便是免费的。修建厕所，需要自己承担所有的费用，但保持街道清洁带来的好处每个人都能感受到。用经济术语来说，这就是所谓的正外部性，而具有正外部性的商品得到社会认可的步伐往往会更慢。

最明显的例子是肯尼亚内罗毕著名贫民窟基贝拉的“飞行厕所”系统。飞行厕所是这样的：你将便便拉进塑料袋，然后在半夜拿着塑料袋，用力扔到尽可能远的地方。用冲水马桶取代飞行厕所会给厕所主人带来好处，邻居们也会感激不尽。

相对而言，手机就没有那么多正外部性。确实也有一些：买了一个手机，邻居用手机可以更容易地联系我，这对他们有好处。当然，如果二者选其一，他们肯定宁可让我不要随地乱扔粪便，而拥有一部手机的好处大部分都归我本人。那么，假设我们要选择买手机还是把钱存起来建冲水厕所：如果既考虑自己的利益，又考虑对邻居有利，可能会选择建厕所；如果自私点，只考虑自身利益，可能更偏向买手机。这就是为什么虽然S形弯管存在的时间是手机的10倍，但现在有更多的人拥有手机，而不是冲水马桶。

在基贝拉，消除飞行厕所的努力主要体现在公共卫生间的修建，以及专门设计的可以填充、收集和用于堆肥的厕所袋的发放，后者是仅限于基贝拉的临时解决方案。

当然，现代卫生设施需要的不仅仅是冲水马桶。如果有下水道系统排放排泄物，效果会更好，当然不管是财务上，还是后勤上，修建下水道系统都是一项重大工程。巴泽尔杰特最终拿到修建伦敦下水道的资金后，花了10年时间完成，共挖土250万立方米。由于外部性问题，这样一个项目可能难以吸引私人投资者：往往需要坚定的政治家、积极纳税的民众和运转高效的市政当局来完成。然而这些都尚不尽如人意，根据最近的人口普查，印度有5 161个城镇。有多少成功地建造了部分下水道网络？不到6%。

伦敦的立法者一拖再拖，但最终采取行动后再也没有拖延。仅仅过了18天，就立即通过了巴泽尔杰特计划所必要的立法。我们已经看到，无论是对美国货运业、秘鲁产权登记制度改革，或确保银行不给经济带来风险，要让政客们聪明快捷地处理事务不是一件容易的事。这件事的最终处理如此快速，做何解释？

地理位置上的巧合：伦敦的议会位于泰晤士河旁边，官员们为了保护立法者免受“熏天臭气”的伤害，将建筑物的窗帘放在漂白粉中浸泡。但毫无效果，不管怎么努力，政治家们都无法逃避这种味道。

《泰晤士报》对国会议员离开议会大楼时的狼狈模样有点幸灾乐祸，“每一位绅士用手帕捂住鼻子”，要是政客们总能这么一致行动该多好。

47
纸币

750年前，一位年轻的威尼斯商人马可·波罗（Marco Polo）撰写了一本记述他在中国旅行的奇书，这本书为《马可·波罗游记》（直译为《世界奇观之书》，英文名：*The Book of the Marvels of the World*）。这本书讲述了马可·波罗在中国所看到的各种风土人情，书中写到有一样东西很是特别，令人几乎难以自持。“告诉我怎么可能，”他写道，“为了抑制自己的激动，理性地面对这些事实，你永远也想不到我付出了多大的努力。”什么令马可·波罗兴奋异常？纸币！他是最早见到纸币的欧洲人之一，而纸币仍然是现代经济的基石。

当然，纸币本身并不是关键。现代纸币不是由纸制成的——它是由棉纤维或柔性塑料编织而成的。而令马可·波罗痴迷的中国钱币也不是纸质东西。它是由桑树树皮制成的黑色薄片，经由多名官员签名，并用锃亮的朱漆大印密封，再由中国皇帝忽必烈本人鉴定。马可·波罗这本书的章节被加上了有点令人窒息的标题“伟大的可汗如何将树皮做得像纸一样并作为钱币在全国流通”。

关键是，无论这些纸币是由什么做成的，它们的价值并非像金银币一样，源自物质的宝贵。相反，这些票据的价值纯粹是由政府的权威创造的。纸币有时被称为法定货币（fiat money）——拉丁文“fiat”的意思是“让它完成”。皇帝宣布正式加盖玉玺的桑树皮是金钱，而且“让它完成”交易。如此，它就是金钱。

这种制度的天才性创造令马可·波罗惊愕不已，他解释说，纸币的流通好像是金子或银子本身。所有没有流通的黄金都在哪里？当然这些黄金都牢牢地控制在皇帝手中了。

在马可·波罗听到纸币这个消息的时候，桑树皮币本身并不是新出现的事物。这种事物早在大约公元1000年左右在中国四川就已经存在了。四川是以其火锅美食而闻名的地方。当时四川是边境省份，与外国（有时是敌对国家）接壤。中国的统治者并不希望有价值的金银币从四川流落到国外，所以统治者告诉四川要用铁制硬币。

铁币并不是特别实用。如果要得到一把银币——只有50克，那么需要与人体重量差不多的铁币才能换到。即使是盐这样的普通货物都比铁还要值钱，所以要是拿铁币去购买杂货，那么硬币的重量往往会比货物还要重一些。

所以政府开始尝试一种替代方案并不奇怪。

政府选择的东西叫作“交子”，或者叫“汇票”，它们实际上只是借据。为了避免购物时携带一节车厢的铁币，知名和信誉优良的商家会写一个借据，并承诺在每个人都更方便的时候支付借据。

但后来发生了意想不到的事。

这些交子开始自由交易。假设我向声誉良好的张先生提供一批货物，他给了我一张借据。当我稍后去你的商店，而不是用铁币支付——谁会那样做——我可以给你写一张借据。还可能有更简单的操作——我给你一张张先生的借据用于支付，甚至你可能更喜欢我这样做。毕竟，我们都知道张先生是有钱人。

现在，你、我、张先生共同创造了一种原始的纸币——这是一个承诺，具有自己的市场价值，可以从一个人流转到另一个人而不被赎回。这个想法首先有点令人迷惑，但正如我们在第20章所说的那样，这种可交易债务在其他时候也出现了——20世纪50年代的中国香港、70年代的爱尔兰，都发生了银行工人罢工，在罢工期间，支票在交易

中广泛流通；在中世纪晚期，记录债务的柳木甚至被英格兰人用作交易的工具。

新的可交易承诺制度对于张先生来说是一个利好消息，因为只要人们接二连三地发现张先生的借据可作为支付工具来回流通，既简单又便捷，张先生实际上也就不需要动用铁币了。实际上，只要他的借据继续流通，就等于他持续享有无息贷款。更值得一提的是，这是一笔可能永远不会被催讨的贷款。

难怪中国官方开始认为这些好处应该归功于他们，而不是归功于像张先生那样的一批人。起初，官方对交子的发行进行管制，之后制定了交子的流通规则。不，官方废除了私营交子并接管了整个业务。官方的交子货币给市场带来巨大冲击，它流通到全国各地乃至国外。

事实上，交子兑换时竟然高出了票面价值，因为它们比金属币更容易携带。

最初，像私营交子一样，人们可以根据需要用政府发行的交子赎回硬币。它是一个符合逻辑的体系，在这个体系中纸质票据被视为具有实际价值的占位符。但是，政府很快就悄悄立法来规定相关制度，维持既有的一些原则，却放弃了以交子赎回硬币的做法。政府财政部门用响声清脆的崭新交子收回破旧的交子。

这是非常现代化的一个步骤。今天在世界各地使用的钱币是由中央银行印制的，除了承诺用崭新的钞票兑换旧钞票外，再没有什么特殊的支撑。从流通不回赎的张先生借据过渡到流通无须煞费脑筋的政府借据，这是质的飞跃，尽管事实上它们的确不能被赎回。

对于政府来说，法定货币代表了一种诱惑：需偿还债务的政府可以印制更多的钞票。当更多的钞票对应等量的商品和服务时，价格自

然上涨。这种诱惑实在是太强大，很快就无法抗拒。11世纪初交子诞生后的几十年里，交子大幅贬值，后来仅值面值的10%。

其他国家遭受了更大的痛苦。过度的印钞使价格变得毫无意义，魏玛德国和津巴布韦陷入经济混乱就是很典型的例子。1946年的匈牙利，价格每天涨三倍。当时进布达佩斯咖啡馆喝咖啡，最好刚进咖啡馆时就付费，如果等离开时再付费，费用说不定又涨了不少。

这些罕见却令人恐惧的情形使得一些经济激进人士相信，法定货币永远不会有稳定的币值。当时纸币可以兑换一小块贵重金属，他们渴望回归黄金货币时代。但主流经济学家普遍认为，黄金货币的供给是一个可怕的想法。大多数人认为经济生活中毫无疑问会有较低的和可预测的通货膨胀——这种通胀甚至是经济活动中可利用的润滑剂，因为它能防止灾难性的通货紧缩。虽然我们不总是能够信任中央银行会印制适当数量的新钞，但这可能比信任矿工挖掘正确数量的新黄金更有意义。

在危急情形下，开动印刷机印钞的能力特别有用。2007年的金融危机之后，美国联邦储备委员会增加了数万亿美元货币供给，但没有造成通货膨胀。事实上，印钞机是隐秘的：这数万亿美元是通过在全球银行系统计算机上敲击键盘所创造的。拥有宽广视野的马可·波罗可能会说："伟大的中央银行使电脑屏幕上做成的电子表格数字，被当作金钱使用。"尽管技术已经发生了变化，但被当作金钱的东西依然会惊动我们的神经。

48
混凝土

21世纪初，墨西哥科阿韦拉州的贫困家庭收到一份不同寻常的救济品，这份救济品来自名为Piso Firme的社会项目，不是上学名额、疫苗、食物，也不是救济金，而是价值150美元、已经搅拌好的混凝土。工人们会开着混凝土搅拌机，经过贫穷社区，谁家需要就在谁家门口停下，将类似粥一样的混合物倒出，从门口流入客厅。然后，他们会向居民展示如何摊开并抹平，当然还会确保他们知道多久才能使其干燥。然后他们开车来到下一幢房子。

Piso Firme的意思是“坚实的地板”，经济学家研究该计划时，他们发现拌好的混凝土实际上大大改善了儿童的教育。怎么会这样？以前，大多数房屋的地板都是由泥土制成的。寄生虫在脏污中茁壮成长，传播疾病，阻碍了孩子的成长，使他们生病。混凝土地板更容易保持清洁，所以孩子们更健康，去学校上学的可能性也更大，考试成绩也有所改善。生活在布满污垢的地板上在许多方面都让人心情不愉快：经济学家还发现，参与该项目的家庭，住在混凝土地板的房子里，家长变得更加欢乐，压力更小，不容易出现抑郁症，这150美元貌似花得很值。

除了科阿韦拉州的贫困地区，混凝土在其他地方的名声往往并不好。它是忽视生态环境的代名词：混凝土是由沙、水和水泥组成，水泥需要大量的能量来生产，生产过程中也会释放出温室气体二氧化碳。这可能不是这样的问题本身，毕竟，钢铁生产需要更多的能源——除非世界消耗绝对大量的混凝土：每人每年5吨。因此导致水泥行业排放的温室气体与航空一样多。在建筑上，混凝土意味着懒惰的、

无灵魂的结构：地方官僚丑陋的办公楼，或楼梯散发尿骚味的多层停车场。然而，它也可以以许多人看到的漂亮形式呈现——想想悉尼歌剧院，或巴西利亚的奥斯卡·尼迈耶大教堂。

也许，混凝土会引起情绪上的错乱，这种东西的性质很难界定。“是石头吗？是但也不是。”1927年美国伟大的建筑师弗兰克·劳埃德·赖特（Frank Lloyd Wright）这么认为。他继续说：“是灰泥吗？是但也不是。是砖或瓦吗？是但也不是。是铸铁吗？是但也不是。”

然而，它是伟大的建筑材料，几千年来就被人们认识——也许从人类文明的曙光初现开始。有一种观点认为，人类有了第一个定居点，即人类第一次在他们家族以外的地方集聚——近12 000年前，在土耳其南部的哥贝克力遗址（Göbekli Tepe），就是因为有人想出了如何制造水泥，并因此有了混凝土。混凝土肯定在8 000年前就被沙漠贸易商用来建秘密地下蓄水池以储存珍稀的水；其中一些水池仍然存在于今天的约旦和叙利亚。迈锡尼人3 000年前就使用它建造坟墓，你在希腊的伯罗奔尼撒仍然能看到。

罗马人认真对待这些东西。在庞培和维苏威火山附近的普提奥利（Puteoli），他们使用火山灰沉积物中天然存在的水泥，用混凝土建造了水渠和浴室。走进罗马万神殿——一座即将迎来1 900岁生日的建筑，几个世纪以来，可以说直到1881年，你看到的仍是这个星球上最大的圆顶。你可以看到混凝土，其现代感令人震惊。

许多罗马砖砌建筑早已不见踪迹，不是因为砖块本身已经腐烂了，而是被拆除后用于修补其他建筑。罗马的砖可以用来建造现代建筑。但是混凝土砌成的万神殿呢？它能长期保存的原因之一就是因为固体混凝土绝对再没有任何用处，砖可以重复使用，混凝土不行，只能成为建筑垃圾。这还要取决于混凝土的质量如何，劣质的混凝土沙太多，水泥太少，遇到地震就岌岌可危；优质混凝土防水、抗风、防火、牢固且造价便宜。

这是混凝土体现的根本矛盾：作为建筑材料使用非常灵活，可一旦建好，就完全不灵活了。在建筑师或结构工程师的手中，混凝土是一种非凡的材料，可以将其倒入模具中，并将其制作为你喜欢的几乎任何形状——细长的、笔直的或粗壮的。它可以染色，也可以保持灰色。可以是粗糙的，也可以抛光得像大理石一样光滑，但建成后，柔韧性就结束了：固化混凝土坚硬而又没有弹性。

也许这就是为什么这种材料与傲慢的建筑师和专制的客户联系在一起，后者相信自己的愿景是永恒的，而不是随着时代和环境的变化需要解构和重建。1954年，当时的苏联领导人赫鲁晓夫发表了两个小时的讲话，称赞混凝土，并就将其进一步标准化的细节提出了设想。他想拥抱“全国统一的建筑体系”。难怪我们把混凝土看成是强加在人们身上的东西，而不是他们自己选择的。

混凝土既是永久性的又是一次性的。它可以永久保存，一百万年后，钢铁生锈了，木头腐烂了，混凝土丝毫无损。不过，现今建造的许多混凝土结构在几十年后会毫无用处，这是因为一个多世纪以前，混凝土有一次革命性的改进，但也是有致命缺陷的改进。

19世纪中叶，法国园丁约瑟夫·莫尼耶（Joseph Monier）对当时的花盆并不满意。混凝土花盆已成为时尚，但大部分要么易碎，要么特别笨重。顾客希望花盆有现代感的外观，但不希望花盆太过笨重，于是他试着在钢筋网上浇混凝土，然后做成花盆形状，效果出人意料地好。

莫尼耶一直很幸运。钢筋和混凝土根本不应该结合，因为不同的材料在升温时往往以不同的量膨胀。混凝土膨胀时，如果内部的钢筋以不同速度膨胀，那么花盆本应会开裂；然而非常巧合的是，混凝土和钢加热时以同样的方式膨胀——它们是完美的搭配。

但莫尼耶相信自己的运气：随着时间的推移，他意识到钢筋混凝土除了用来做花盆还有很多用途——铁路枕木、建筑板和管道。他为这种发明物的几种变体申请专利，1867年在巴黎国际展览会上展出。

其他发明人考虑了钢筋混凝土的局限，并研究如何改进它。莫尼耶申请第一个专利不到20年，预应力钢筋的极佳理念获得专利。预应力使混凝土更强——它部分抵消了使用时会施加到混凝土上的压力。预应力允许工程师使用更少的钢、更少的混凝土，130年后依然能正常使用。

钢筋混凝土比无钢筋混凝土要强大得多，实用性更强。它可以跨越更大的间隙，允许混凝土以桥梁和摩天大楼的形式矗立，但问题是：如果粗制滥造，水通过微小裂缝逐渐渗透，建筑就会从内部腐烂，并使钢铁生锈。这个过程目前正在破坏整个美国的基础设施(注)；在20或30年的时间里，中国会步其后尘。中国在2008年后的三年时间里，灌注的混凝土相当于美国在整个20世纪的灌注量。没有人认为所有这些混凝土都符合严格的标准。

改进混凝土的方案有许多，包括防止水渗透后接触到钢筋的处理方式，以及能“自我愈合”的混凝土——里面充满能分泌石灰石的细菌，可以重新封闭任何裂缝；用二氧化钛注入的“自我清洁”混凝土，它能使烟雾分解，使混凝土闪闪发光；这种技术的改良版甚至可以使铺设的街道表面清洁汽车排放出来的尾气。

科学家正在设法减少混凝土制造过程中的能源消耗和碳排放。如果他们成功了，环境奖励就会很高。

然而最终，我们可以用我们已经拥有的简单、可信的技术来做更多的事情。全世界数亿人生活在有肮脏泥土地面的房子里；成千上万的人可以通过Piso Firme之类的计划改善生活。其他研究表明，在孟加

拉国农村铺设混凝土道路有很大的好处——提高上学率、农业生产率和农场工人的工资。

也许我们以最简单的方法使用混凝土，混凝土反而能给我们提供最好的服务。

---

1. 美国土木工程师协会在其2013年度报告中针对美国的基础设施指出，“全国桥梁每9座有一座存在结构缺陷”。联邦公路管理局（FHWA）估计在2028年前，美国要消除全国桥梁的积压问题，每年需要投资205亿美元，而目前只花了128亿美元。

49
保险

10年前我录制广播节目，其中有个环节，我打电话给英国一家业内领先的博彩店，然后和他们打赌：我很快就会死去。他们拒绝了，因为只要我活着，他们就得花钱。然而一家博彩店是不会以人的生死做赌注的。相比之下，人寿保险公司却只做与人生死有关的事情。

在法律和文化上，博彩业和保险业有明显的区别。在经济上，它们之间的差异并不太好区分。博彩公司和保险公司都认为未来会有一些不可预知的事情发生，钱财由此几易其手。

这的确是古老，甚至原始的想法。像骰子这样的赌博工具具有上千年的历史，而埃及或许在5 000年前就有类似的东西了。公元前25世纪的印度人也已经在玩一组佛陀拒绝参加的游戏。保险可能也有同样古老的历史。古巴比伦（现在的伊拉克境内）法律法规——《汉穆拉比法典》已经有4 000年了。该法典对“船舶抵押契约”问题特别重视，而船舶抵押契约是与商业贷款捆绑在一起的海上保险，商人们借钱资助船舶远航，但如果船舶沉没，贷款不必偿还。

大约在同一时期，中国商人通过船只之间的物品交换来分散风险——如果有一艘船下沉，则不同商家堆放在该船上的货物也随之损失，商家不会因此血本无归，但是所有物品混装在一起非常杂乱。几千年后罗马人将保险设计为金融合同，如此大大地加强了保险的功能。在此基础上，罗马人还建了一个活跃的海洋保险市场。后来，意大利的热那亚和威尼斯等城市继续抢先推行海洋保险的实践，针对地中海的轮船创造了越来越精细的保险措施。

1687年，一家咖啡馆在伦敦码头附近的塔街开业。得益于咖啡馆宽敞舒适的环境，咖啡馆的生意一直都很兴旺。顾客惬意地享受咖啡馆里的火光、茶水、咖啡和果子露等饮品，当然他们还谈论一些八卦新闻，如伦敦最近发生了瘟疫、大火，荷兰海军航行在泰晤士河畔，某某地方发生了一场推翻国王的革命，等等。

但最重要的是，这家咖啡馆的顾客喜欢谈论航海的新闻，比如某某轮船载什么货物从什么地方出发去什么地方，以及是否安全到达，等等。有时他们还会下注打赌，例如，赌约翰·比恩将军指挥对法国的海战是否会赢。不过，咖啡馆的顾客对以我的生命做赌注的打赌却毫无兴趣。

咖啡馆的老板见他的客户极力打听用来下注的各种信息，并饶有兴致地搜寻各种传闻作为喝咖啡时的谈资，便开始组建一个信息人员网络，并定期编辑载有外国港口动态、海流潮汐和轮船到港离港等各种信息的时事通讯。这位老板名叫爱德华·劳埃德。他的通讯被称为《劳埃德船舶日报》。劳埃德的咖啡馆有时举办轮船拍卖会和海员故事分享会。如果有人有意对一艘轮船提供保险，他可以这样做：起草一份合同，而保险人在合同下方签名——由此“承保人”这个词语就产生了。这样的活动成了常态之后，顾客对赌博的兴趣也渐渐消散。因此，我们很难认定咖啡馆赌博在哪个时期结束，正式保险业务又是何时开始的。

当然，承保人聚集在那里可以是为了及时了解到各种信息，因为他们需要最详尽的信息来把控交易的风险。在劳埃德开办咖啡馆80年之后，一群经常光顾咖啡馆的承保人组建了劳埃德协会。如今的伦敦劳埃德协会是保险业界最响亮的名字之一。

但并不是所有现代保险公司都与博彩业有一定的渊源。另一种形式的保险并没有起源于港口而是起源于山林——这种保险不是赌场资本主义，而是群体资本主义。阿尔卑斯山的农民在16世纪初组建了互

助协会，相约母牛或者孩子生病时互相提供照顾。虽然劳埃德的承保人将风险视为可以分析和交易的东西，但阿尔卑斯山的互助协会将风险视为共同分担的事物。对于保险来说，这种形式过于情感化，但是当农民们将业务从阿尔卑斯山扩展到苏黎世和慕尼黑时，他们建立了几家世界上知名的保险公司。

风险分担互助协会如今已经成为全球最大、资金最雄厚的保险机构之一，我们称之为"政府机构"。政府机构最初以赚钱为目的进入保险业务，为的是支撑17世纪、18世纪的欧洲动乱或战争时期的军事支出。政府机构并没有出售分期付款的定期普通债券（按期支付分期款项，到期时支付完毕），而是出售年金债券。年金债券按定期分期付款的方式偿付，直到收款方决定无须支付为止。对于政府机构而言，这样的产品很容易提供，并且需求量很大。年金是受欢迎的产品，因为它们也是一种保险形式——它们给老年人的生活以保险，即在投保人年老无钱可花时提供生活保障。

对政府机构而言，提供保险已经不再是纯粹赚钱的事情。保险如今被视为政府机构的核心优先事项，目的是帮助公民管控生命中一些最大的风险——失业、疾病、残疾和衰老。我们在第8章讨论的大部分国家福利确实只是保险的一种方式而已。原则上，这些保险可以由市场提供，但面对民众可能发生的巨大风险，私人保险公司往往试水一下即收手。在较为贫穷的国家，政府机构对攸关性命的风险（比如农作物大规模歉收或疾病）往往也无力提供大规模救助。私人保险公司对此也不会有太大的兴趣。因为往往利益太低，成本又太高。

事实令人羞愧。越来越多的证据表明，保险不仅仅能使人安心，而且是健康经济的重要组成部分。莱索托最近的一项研究表明，由于干旱的风险很高，高产农民的专业化生产和规模化大生产均止步不前——这是因为他们无法控制自己的风险。当研究人员设立了一家保险

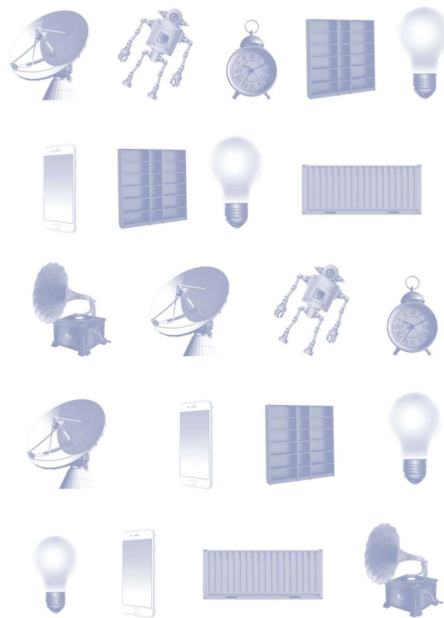
公司并开始销售农作物保险时，农民购买了相关保险产品并扩大了农业的生产。

但对于私人保险公司来说，莱索托小型农场用于购买农作物保险的钱不多。保险公司可以更好地利用我们对庞大财富突然灭失的恐惧，以超额的价格向更富有的消费者销售覆盖夸大风险的保险险种（比如手机屏幕破裂险）。

今天，最大的保险市场——金融衍生品市场使保险和博彩之间的界线变得模糊不清。衍生产品是一种金融契约，让双方以某种其他方式进行下注——也许是汇率波动，也许是债务能否清偿。它们可以是一种保险方式。出口商对冲汇率上涨，小麦种植公司通过打赌小麦价格下跌来保障自己的风险。对于这些公司，购买衍生产品的能力解除了它们的后顾之忧，使它们能专注于特定的市场。否则，它们必须多元化——像4 000年前的中国商人，谁不愿意将所有的货物堆放在一艘船上。一种经济形式越专业化，该种经济的产量就会越大。

但不像无聊的旧式定期保险，对于衍生产品，我们不需要找一些购买某种保险险种为其风险提供保障的人，我们只需要找到一些愿意以世界任何地方的不测事件为赌注进行打赌的人。把这样的赌注翻倍甚至是加注100倍也都不是太难的事情。随着收益的倍数增长，我们需要的是有胆量承担这样的风险。2007年，国际银行危机爆发前，衍生产品合同项下未偿付的总金额比世界经济总额还要高出许多倍。如此，实体经济成为次要之事，额外投注成为主要事件。当然，这样的故事并没有好的结局。

结语
展望未来



即使2008年发生全球金融危机这样的经济灾难也无法掩盖如下事实：今天绝大多数人的生活比过去要好得多。

一个世纪以前，全球人口出生时平均预期寿命只有35岁；在我出生时，这个数字上升到60岁，而最近这个数字又增加到70多岁了。在全球生计最艰难的国家，如缅甸、海地和刚果民主共和国等，新生儿的存活率都要比1900年高。全世界生活在极端贫困中的人口比例已经从200年前的95%下降到大约50年前的60%，如今再降到10%。

这些伟大的进步最终来自本书所阐述的科技创新。然而，我们不得不提的是，科技创新的故事很少是完全正面的。有些科技发明造成很大的伤害，如果我们能集思广益，有些发明还可以带来更多好处。

有理由推定未来的发明将会沿袭类似的模式：笼统地来说，这些发明将解决诸多问题，让我们丰衣足食、幸福健康，但获益会不均衡，其间会犯错误，还会失去一些机会。

推测未来会产生哪种发明是件很有趣的事，但历史又告诫我们不能一味地相信未来。50年前，赫尔曼·卡恩（Herman Kahn）和安东尼·J.维纳（Anthony J. Wiener）发表了《2000年：对未来结构的思考》。他们以水晶球般犀利的透视眼光对信息和通信技术做出了许多准确的预测，比如他们预见到了彩色复印、多种用途激光器、“双向口袋手机”和自动化实时银行业务等，令人印象深刻。卡恩和维纳还预见到了海底殖民地、无声计程直升机和由人造月亮照明的城市。昨日的技术秀和科幻小说，今天看起来总感觉恍如隔世。

我们可以做出两个预测。其一，我们越激发人们的创造力，就越有可能产生好的结果。其二，出现任何新的发明，应当理智地问问自己，如何将好处最大化的同时又能降低相关的风险。

到目前为止，我们从49项发明中学到了什么？

要学好如何鼓励创造性这一大课程仍然还有很长的路要走：社会上大多数人已经认识到，作为一半人口的女性，其才华被浪费是极不明智的。发明者大多是男性，没有人知道有多少才华横溢的女性（如克拉拉·伊梅瓦尔等），其事业上的雄心壮志被随意摧毁之后湮没在无声无息之中，对此我们已经见怪不怪。

教育问题——只需要看看利奥·贝克兰的妈妈或格雷丝·霍珀的爸爸就知道怎么做了。我们有理由更为乐观些，运用好技术这个工具，或许可以做出更多的事情来提高办学质量：实际上，这是为未

来经济变革做出的合理可行的选项之一。的确，只要是连接上互联网，城市贫民窟中的任何孩子都要比在20世纪90年代的大学图书馆获取知识更为便利。

其他教训似乎更容易健忘，这好比尊重睿智者钻研学识的好奇心，尽管他们不清楚这种钻研会把社会引向何方，但对钻研精神的尊重值得鼓励。要是在过去，这就意味着像利奥·贝克兰这样的富家子弟也在实验室苦苦钻研；而在刚刚过去的岁月，这就意味着政策资助基础研究，从而使史蒂夫·乔布斯及其团队研发出苹果手机。然而，基础研究本质上是不可预测的。任何人都可能要花几十年的时间才能把自己的学识付诸实践。这对私人投资者来说是一项艰难的任务，在财政吃紧时期也容易成为政府削减开支的目标。

有时，发明刚刚成型，但还没意识到有何特定用途——激光就是一个耳熟能详的例子，纸张最初也是用于包装而不是用来写字。但是我们遇到的许多发明都源自解决具体的问题，从卡里尔发明空调到琼斯发明冷藏卡车莫不是如此。这表明，如果想鼓励更多的好创意，可以集中精力做好这样一件事——给问题的解决者颁发奖励。可别忘了哈里森发明的非凡时钟不就是经度奖激励的结果吗？

近几十年来人们重新践行科技奖励的想法：例如，始于2004年的无人驾驶机器人挑战赛不断推动自动驾驶技术的进步；在经度奖诞生300周年之际，英国创新基金会NESTA为测试微生物对抗生素的耐药性设立了新“经度奖”；也许最大的奖项是“肺炎球菌疫苗预先市场承诺”，5个捐助国政府和盖茨基金会出资15亿美元设立了这个奖项，对研发出疫苗的人士给予高额的奖励。

丰厚的利润前景当然是研发者永恒的动力。我们已经看到知识产权是如何在规定期限内将垄断利益赋予成功的发明者，从而增加了获得丰厚回报的可信度。但是我们也应看到这是一把双刃剑，尽管经济学家们普遍认为，知识产权已经超越了应有的保护力度，一

定程度上扼杀了创新，但现实的趋势是知识产权享有的时间还在延长，保护范围还在扩大，这似乎又令人觉得不可思议。

从更广泛意义上说，现在很难回答应当制定什么样的法律法规来鼓励创新。官员们的错误在于让发明者自由行事，我们已经看到这种模式的后果。对发明者的自由放任给我们带来了M-Pesa，但也给我们带来了含铅汽油这种缓慢袭来的灾难；还有一些发明值得政府去加以防范。不过苹果手机的产生过程却绝对不是自由放任的。

一些研发的热点领域（比如医药）已经有成熟固化的治理结构，有时管制又过于谨慎。在其他领域，从太空到网络空间，监管机构正努力地提高管制水平。但是，过早或过度的监管均有可能减缓新兴技术的发展，所以令人矛盾的是，它们可以完全不受监管。如果你投资无人机，那么你希望市场能够保证不负责任的竞争对手无法将半成品推广上市，以免造成一大堆事故并遭到公众的抵制，进而导致政府完全禁止这项技术。

正如我们所运用的公共密钥加密技术一样，监管者的任务非常复杂，大多数发明被利用起来后既可能增进社会的福祉，也可能给人类带来灾难。如何管控“双面用途”技术的风险越来越成为棘手的难题：只有大国能够负担核导弹计划，但不久的将来几乎任何人都有能力营建一个家庭实验室，去开发基因工程细菌武器或研发新型药物。

除了以上挑战之外，一项发明的潜力通常只有与其他发明相结合时才能显现出来，比如电梯、空调和钢筋混凝土，这些结合造就了我们的摩天大楼。再想象一下另一结合的例子：一名爱好者的四轮无人机、脸部识别和地理定位软件、带有枪炮数字模板的3D打印机。把这些结合之后，嘿，你突然就有了一架自制的暗杀用无人机。未来各种发明可能以无数种方式结合，应该如何预测这种情形？要求政治家们做出正确的选择很容易——但是，只能幻想他们会这么做。

然而，新的创意往往会造就输家和赢家，这也许是未来发展给政府创设的最大挑战。通常，我们认为这只是不走运而已：留声机的发明导致二线专业音乐人士的创作枯竭，没有人为此大声疾呼给予这些音乐人士补偿；条形码和运输集装箱的诞生也没有给夫妻商店带来补贴，使它们能维持与沃尔玛相竞争的价格。

但是，当涉及的输家足够广泛的时候，这种影响可能会对社会和政治造成冲击。工业革命最终将人民的生活水平提高到超越18世纪民众理想的生活状态，这造成了军方对勒德分子的镇压，因为勒德分子准确地预见到机器大生产对他们生计的冲击是灾难性的。在2016年的选举中，从英国脱欧到美国总统特朗普，内德·勒德（Ned Ludd）的做法又在反弹，我们并不感到奇怪。促成全球化的技术帮助中国成百上千万人口摆脱了贫困，中国在50年前还是地球上最贫困的国家之一，而现在已经稳居中等收入国家之列——但这使得西方后工业化国家的全体民众不得不苦苦寻求稳定的、高收入的就业新渠道。

虽然民粹主义者通过厉声指责移民和自由贸易来发泄胸中的愤懑，但长期更大的压力还是来自技术变革。如果自动驾驶的车辆取代350万的美国卡车司机，特朗普总统会做什么？他无法回答这个问题，也几乎没有政治家能解决这个问题。

我们已经讨论了一种可能的办法：向全体公民发放全民基本收入。如果人工智能和机器人真正达到了我们的期望值并且开始超越人类的各方面工作技能，那么我们或许真的需要实施这种激进的想法。像任何新想法一样，这也会引起新问题，最突出的是谁跟上了时代潮流，谁落后于时代潮流？福利国家和护照相互支撑——虽然全民基本收入在某种程度上是一个有吸引力的想法，但是与不可逾越的国家边界相结合时，它看起来不像是我们理想中的乌托邦。

无论如何，我对机器人工作的猜测是——人工被机器人取代的担忧是不成熟的。现在我们满脑子会产生这样的想法，但50项发明

给我们最后的启示是，不要让最炙手可热的新事物冲昏了头脑。例如，2006年，聚友网超过了谷歌，成为美国访问量最大的网站；而现在聚友网的访问量连前1 000名也排不上。在1967年出版的著作中，卡恩和维纳对传真机的未来做出了大胆的预言。他们也没有全错，但传真机很快就会被送进博物馆保存。

从耕地的犁开始，本书中所探讨的许多发明既不是最新的发明，也没有特别复杂之处：这些发明不再是我们现代文明的核心技术，设计变化也不像我们想象的那么大，但它们仍然至关重要。这些古老的技术仍然有用，并且必不可少。

在此，我们仅仅尊重旧想法的价值还是不够的，部分原因是，来自半人马座阿尔法星的外星工程师可能会这样建议，如果我们对华而不实的新事物满怀热情，就像我们对安装S形弯管和浇筑更多混凝土倾注热情一样，会对我们大有裨益。

这也提醒我们，系统有其自身的惯性，这个看法是鲁道夫柴油发动机给我们的启示：一旦化石燃料的内燃机达到临界质量，花生燃油的普及或对蒸汽机改良的投资也就应运而生。有些系统（比如运输集装箱）的效能很棒，很难想象偏偏会有人想重新审视它们。但大多数人认定本应当做得更好的系统（如QWERTY键盘布局）也在变革中遭受强烈的抵制。

因此，糟糕的决定会投下很长的阴影，而正确决定所带来的利好可以持续很长时间。在此，本书中对一些发明所引发的意想不到的后果和令人反感的副作用也做了一些探讨，总体而言，它们给我们带来的利好远远多于弊端。

有时候，正如我们最后一个发明所显示的那样，它们已经显而易见地改善了我们的生活。

50
灯泡

20世纪90年代中期的经济学家威廉·诺德豪斯（WilliamNordhaus）进行了一系列简单的实验。有一天，他点燃了木柴。人类收集、砍伐和燃烧木材，已有数万年历史。不过诺德豪斯还有一个高科技设备：美能达的测光表。他烧了20磅（9.07千克）木头，记录燃烧的时间，并用测光表仔细测量昏暗、闪烁的火光。

诺德豪斯还买了一盏罗马油灯——确实是真正的古董，安上灯芯，装满冷榨芝麻油。点上油灯，看着油燃烧，又用测光表来测量柔和，甚至暗淡的光。20磅的木头烧了三小时，一杯油却能烧一整天，而且光更明亮、可控。

诺德豪斯为什么要这么做？他想了解灯泡的经济意义，当然他还有更大的计划。他想要做的是——原谅我卖了个关子——解读经济学家的难题：如何搞清楚通货膨胀，以及产品和服务的成本变化。

这并非易事，先看看从葡萄牙的里斯本到安哥拉的罗安达这段路程需要的费用。葡萄牙探险家首次在这段路程探险时，曾耗时数月。后来，乘坐蒸汽船几天时间就能抵达，再后来有了飞机，只需几个小时。计算通货膨胀率的经济历史学家首先会以船票的价格计算，但航空线路开通后，越来越多的人选择乘飞机而不是坐船，当然要以机票价格为准。可是，航空服务不一样——更快、更方便，为了能乘坐飞机，人们愿意支付两倍于船票的价格，出行成本突然增加了一倍，可是这对计算通货膨胀来说几乎没什么意义。为了改变出行方式，我们愿意出更多的钱，这样的通货膨胀该如何计算？

这个问题并非只是出于技术层面的好奇心。如何回答这个问题，反映了我们对人类进步的看法。经济学家蒂莫西·泰勒在经济学入门讲座开始之前，先问学生一个问题：愿意每年赚现在的7万美元，还是1900年的7万美元？

乍一看，这是个无须思考的问题，1900年的7万美元当然更划算，把通货膨胀考虑进去，相当于现在的200万美元。一美元在1900年能买更多的东西，够一家人吃牛排，够买两周的面包，够雇用工人为你工作一整天。7万美元足够支付豪宅、女佣和管家的费用。

不过，换个角度，1900年一美元能买到的东西又远远少于今天。今天一美元可以在手机上打个国际长途电话，用宽带上网一天，或购买一个疗程的抗生素。在1900年，这些东西根本就不存在，当时最有钱的人也买不到。

这也就不难理解，为什么蒂莫西·泰勒的大多数学生说，他们宁愿拥有体面的收入，而不是一个世纪前的财富。同样的钱，不像过去那样可以雇用管家，或购买更多晚餐食物，但现在除了高科技产品，还有更好的集中供热、空调和车。通货膨胀统计数据告诉我们，今天的7万美元价值远低于1900年的同样数量的美元。但是，经历了现代技术之后我们不会那样看待问题。

我们没有办法比较今天的iPod（苹果公司音乐播放器）和一个世纪前的留声机。书中描述的所有这些发明，让我们有了更多选择，可是真的没有什么办法可以进行量化分析，也许永远不会有。

但也不妨试试，诺德豪斯用木柴、油灯和美能达测光表来做了一些尝试。他希望利用对不同阶段的照明技术进行对比，来解开人类自古以来关心的单一质量成本问题。以流明或流明小时来衡量，例如，蜡烛燃烧时发出13流明；普通现代灯泡几乎是其100倍。

辛苦劳动一周，连续6天每天10小时收集和砍伐木材，燃烧后可以产生1000流明小时的光，虽然时间长，但光线暗淡、不稳定，仅相当于现代灯泡照耀50分钟。当然，光亮不是烧火的唯一原因：保暖、烹饪食物、恐吓野生动物也是其附带好处。不过，过去如果想要光，木柴生火是唯一选择，要么就只能决定等太阳出来，再做你想要的事情。

几千年前，开始有了更好的选择：埃及和克里特岛的蜡烛和巴比伦的油灯。它们提供的灯光更稳定、更方便控制，但成本依然很高。哈佛大学校长霍利约克（Holyoake）牧师在1743年5月的日记中指出，他家花了两天时间制造了78磅（35.38千克）的蜡烛。6个月后，他提道，“蜡烛用完了”，那几个月还都是夏天。

那时候的蜡烛也不是今天使用的浪漫、清洁的石蜡蜡烛。只有最富有的人买得起蜂蜡，大多数人——甚至是哈佛大学的校长——都使用牛油蜡烛：恶臭的、冒烟的动物脂肪棒。

生产蜡烛需要加热动物脂肪，耐心将灯芯不断浸到熔化的猪油中。工作辛苦而又耗时。根据诺德豪斯的研究，一周工作6天，每天10小时，一年总共花60个小时专门做蜡烛，才能满足每晚点一支，每支持续燃烧2小时20分钟。

随着18、19世纪的发展，情况有所改善。蜡烛由鲸鱼油脂制成，那是从死亡鲸鱼中获取的奶油色油性黏稠物。本·富兰克林（BenFranklin）喜欢这种蜡发出的强烈白色光线，即使天气炎热，握在手中也不会软化，滴下来像普通蜡烛那样变成油脂斑点，持续的时间也更长。新蜡烛虽然受人欢迎，但价格昂贵。乔治·华盛顿计算过，每次点一根蜡烛，每晚上点5个小时，全年需花费8英镑——放在今天，超过1 000美元。几十年后，燃气灯和煤油灯开始使用，降低了照明成本，也拯救了濒临灭绝的抹香鲸。但这些灯也有问题，会倾倒、漏油、散发气味或引起火灾。

最后，出现了不一样的东西，就是电灯泡。到1900年，爱迪生发明的碳纤维灯泡可以连续照明10天，光的亮度是蜡烛的100倍，使用费用也只需要工作60个小时就可以赚到。到了1920年，一周的劳动所得可以支付钨丝灯泡连续照明5个多月；到1990年，则够维持10年。几年之后有了节能型荧光灯，它的使用时间又长了5倍多。同样的劳动力赚的钱，过去只能够支付54分钟的照明费，现在可以支付使用52年，现代LED（发光二极管）灯还要更便宜。

关掉电灯一个小时，可以节省我们的祖先要花整整一周时间赚钱购买的照明，本杰明·富兰克林的同时代人则需要花费整个下午。但在发达经济体，有人可以在短短几秒钟内赚到足够多的费用支付照明。当然，灯泡干净、防火和可控——没有闪烁，或猪脂肪的臭味，或火灾风险。可以放心让孩子一人独处。

所有这些都没有反映在传统的通货膨胀措施中，诺德豪斯认为1800年以来，通货膨胀让照明的价格涨了1 000倍。随着时间的推移，照明似乎变得越来越昂贵，但实际上却便宜得多。蒂莫西·泰勒的学生本能地认为，比起1900年，他们现在可以用7万美元的价格购买更多他们真正想要的东西，诺德豪斯的研究也表明，同样的费用能买到的灯光也更多。

正因为如此，我们用灯光的故事来结束这本书。

除了家喻户晓的爱迪生和约瑟夫·斯旺发明的白炽灯泡，还有几个世纪以来一次又一次的创新发展，所有这些一起彻底颠覆了人类走向光明的途径。

这些创新让世界变成要工作随时就可以工作，要读书、缝纫、玩耍就可以读书、缝纫或玩耍的世界，哪怕是在漆黑的夜晚。

怪不得，说起来虽然有点老套，灯泡确实是“创新思想”的形象体现——实际上也是发明的标志。即便赋予其标志性的地位，还是低估了它。诺德豪斯的研究表明，虽然我们尊重灯泡的发明，但还不够。灯光的价格就说明了这一点：价格降为原来的五十万分之一，速度远超过官方的统计数字，以至于人们对其神奇魅力逐渐视而不见。

人造灯光曾经是很珍贵的东西，普通人享受不起。现在却微不足道，人们对此熟视无睹。在现代生活面临的种种困难和挑战中，有许多值得尊敬的东西，但如果说有一样东西使人类的不断进步成为可能，那么就是灯光。